
Эврика
Б. Сергеев
Занимательная физиология



Б. Сергеев

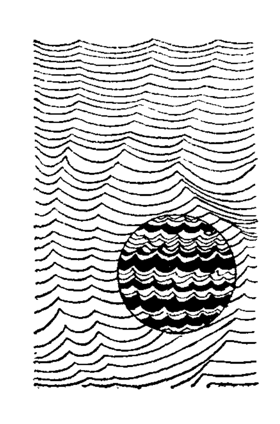
Занимательная физиология

Издательство
ЦК ВЛКСМ
„Молодая
гвардия"
Москва, 1969

57.04
С32

Художник А. Блох

ПЕРСОНАЛЬНЫЙ ОКЕАН

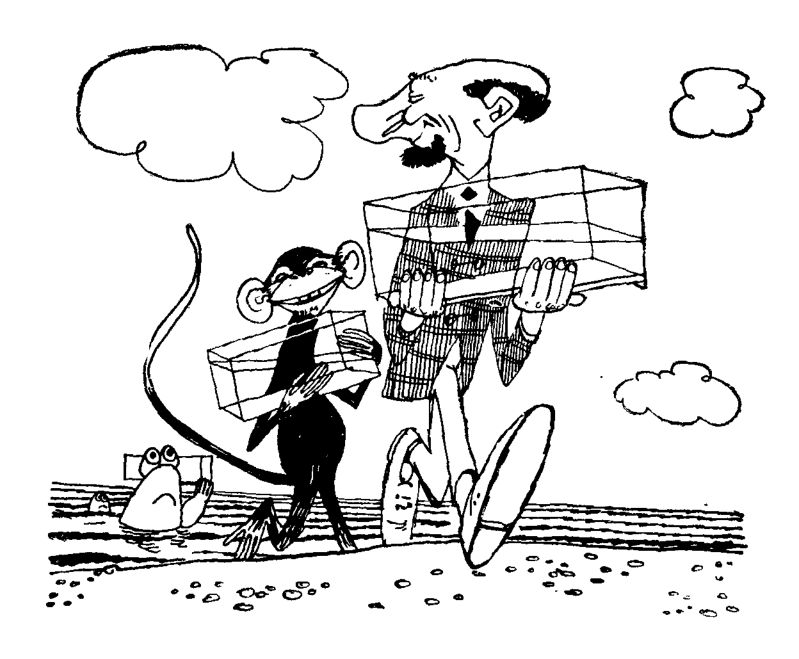


ВЕЩЕСТВО, КОТОРОЕ СОЗДАЛО НАШУ ПЛАНЕТУ

Когда астроном направляет телескоп на одну из планет, соседок Земли, его всегда волнует, есть ли там вода и кислород. Интерес этот не случаен. Если их в достаточном количестве обнаружат на какой-нибудь планете, можно ожидать, что на ней существует жизнь, хоть в чем-то похожая на нашу. Ведь именно вода создала Землю, сделала ее такой, как сейчас, породила жизнь. Больше того, вода — самое удивительное вещество на Земле, и чем больше мы о ней узнаем, тем больше поражаемся.

Вероятно, мало кто из вас задумывался над удивительными свойствами воды, и это, пожалуй, понятно: ведь вода повсюду окружает нас, она очень обычна на нашей планете. Вода занимает ³/₄ поверхности Земли. Около ¹/₅ суши покрыто твердой водой (льдом и снегом), добрая половина ее всегда закрыта облаками, которые состоят из водяных паров и мельчайших капелек воды, а там, где никаких облаков нет, в воздухе всегда есть водяные пары. Очень обычна она на нашей планете, даже тело человека на 71 процент состоит из воды. Ну, а обычное никогда не кажется удивительным. Однако сама эта обыденность необычна. Ведь никакое другое вещество не встречается на Земле в таких количествах, да еще одновременно в трех состояниях: твердом, жидком и газообразном!

Вода создала климат Земли. Если бы не она, на-



ша планета давно бы остыла и жизнь на ней угасла. Теплоемкость воды необычайно высока. Нагреваясь, она поглощает очень много тепла, зато, остывая, возвращает его обратно. Океаны, моря, все другие водохранилища нашей планеты и водяные пары воздуха выполняют роль аккумуляторов тепла: в теплую погоду они поглощают, а в заморозки отдают тепло, согревая воздух и все окружающее пространство.

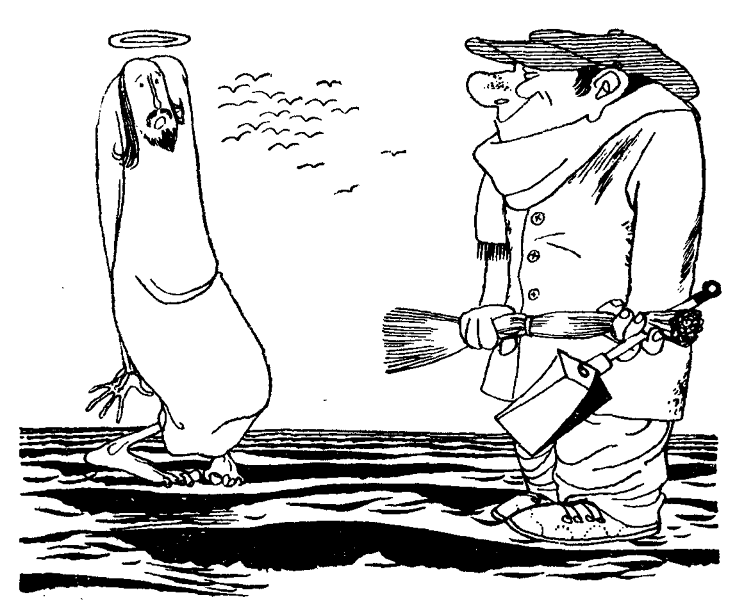
Космический холод давно бы проник на Землю, если бы она не была одета в теплую шубу. Шуба — это атмосфера планеты, а роль теплой ваты выполняют водяные пары. Над пустынями, где водяных паров в воздухе очень мало, в этой шубе есть дыры. Здесь Земля, ничем не защищенная от солнца, днем здорово нагревается, а за ночь успевает выстыть. Вот почему в пустынях происходят такие резкие колебания температуры.

Все же Земля в конце концов непременно бы за-

мерзла, если бы вода не обладала еще одним поразительным свойством. Как известно, при охлаждении почти все вещества сжимаются и только вода расширяется. Если бы она сжималась, лед был бы тяжелее воды и тонул. Постепенно вся вода превратилась бы в лед, и Земля оказалась бы одетой в легонький плащ из газовой атмосферы, лишенной водяных паров.

Еще одно удивительное свойство воды — ее необычайно высокая скрытая теплота плавления и испарения. Лишь благодаря этому возможна жизнь в жарком климате. Только испаряя воду (то есть отдавая большое количество тепла), животным и человеку удается сохранять температуру своего тела значительно ниже температуры окружающего воздуха.

Вода занимает совершенно исключительное положение в природе еще и потому, что без нее была бы невозможна жизнь. Живое вещество образовалось в первобытных морях из растворенных в них веществ.



И с тех пор все химические реакции в каждой клеточке тела любого животного или растения идут между растворенными веществами.

Из всех удивительных свойств воды наименее известна, вероятно, ее способность образовывать чрезвычайно прочную поверхностную пленку, которая возникает благодаря очень сильному взаимному притяжению молекул самых верхних ее слоев.

Сила поверхностного натяжения воды настолько велика, что может удерживать предметы, которые, казалось бы, плавать не должны. Если осторожно положить на поверхность воды стальную иголку или лезвие безопасной бритвы так, чтобы неловким движением не разорвать пленку, эти предметы не утонут.

Жизнь многих насекомых связана с поверхностной пленкой. Водомерки живут только на поверхности воды, никогда в нее не погружаясь, и не выходят на сушу. Они неспособны ни нырять, ни плавать и умеют лишь скользить по водной глади на своих широко расставленных лапках, как лыжники по поверхности снега. Воды касаются только самые кончики лапок, густо покрытые волосками. Поверхностная пленка прогибается под тяжестью водомерок, но никогда не рвется.

Личинки комаров, водяные жучки, различные улитки подвешиваются к водяной пленке снизу. Улитки не только держатся за нее, но могут по ней ползать ничуть не хуже, чем по поверхности любого твердого предмета.

Ученые давно заметили, что чем чище вода, тем больше нужно усилий, чтобы разорвать ее поверхность. Молекулы растворенных в воде веществ (в первую очередь газов), вклиниваясь между молекулами воды, делают ее менее прочной. Очищенная вода, конечно не полностью (какое-то количество молекул посторонних примесей в ней всегда остается), обладает удивительной прочностью. Чтобы разорвать столбик диаметром в 2,5 сантиметра, нужно приложить силу около 900 килограммов. Примерно такова прочность некоторых сортов стали. Однако и это не предел. Ученые подсчитали: чтобы разорвать такой

же столбик абсолютно чистой воды, нужна сила, равная 95 тоннам! Если бы на Земле существовало озеро чистой воды, по его поверхности можно было бы ходить и даже скользить на коньках, как по настоящему крепкому льду.

ЖИВАЯ ВОДА

Знаете ли вы, почему почти все тела при нагревании расширяются? Это нетрудно понять. Движение молекул, из которых состоит тело, усиливается. Им становится тесно, они часто налетают друг на друга, расталкивая своих соседей, и тело расширяется. Почему же вода ведет себя иначе?

Молекула воды состоит, как известно, из атома кислорода и двух атомов водорода. Атомы эти расположены в виде треугольника. Один его угол занимает кислород, два других — протоны, ядра атомов водорода, причем орбиты их уединенных электронов сильно вытянуты в противоположную сторону.

Когда температура воды понижается и тепловые движения молекул уменьшаются, электромагнитные свойства молекул воды оказываются сильнее этих движений. Отдельные молекулы начинают объединяться, как бы протягивая друг другу руки: два протона притягивают к себе по электрону из соседних молекул, а их собственные электроны притягиваются протонами соседей. Каждая молекула воды оказывается связанной с четырьмя другими. Возникает очень красивая ажурная кристаллическая сетка с такими большими пустотами внутри, что в каждой из них свободно могла бы разместиться молекула воды.

Когда же температура повышается, вновь усиливаются тепловые движения молекул, связи между ними изгибаются и рвутся, лед тает. Оторвавшиеся молекулы проваливаются в пустоты, и объем воды уменьшается.

Как ведут себя молекулы в жидкой воде? Над этой проблемой ученые стали задумываться сравнительно недавно. Вообще-то вода для физики и биологии— полузабытая проблема; не удивительно, что уже

первые исследования удивили ученых. Оказалось, что вода, образовавшаяся из растаявшего льда, еще долгое время сохраняет его структуру. Конечно, не вся: в растаявшей воде плавают бесчисленные крохотные островочки воды, сохраняющей структуру льда, «льдинки», как назвали их ученые. Эти льдинки не «тают» даже при нагревании воды до 30 градусов, и только при дальнейшем повышении температуры число их начинает убывать, а после 40 и просто от времени они быстро разрушаются.

А как на эти невидимые глазу льдинки реагируют организмы? Тут ученым пришлось вспомнить груду давно известных, но мало понятных фактов, которым раньше не придавали большого значения. Например, почему в зоне таяния льда бурно растут микроорганизмы? Почему яйца и куколки многих насекомых, живущих в умеренных широтах, нуждаются в сильном охлаждении и без этого не развиваются? Или еще: почему детеныши животных и птиц, которым дают талую воду, быстрее растут и реже болеют? Может быть, не случайно у многих животных детеныши рождаются ранней весной, а птицы из далекой Африки или Индии прилетают выводить птенцов к нам на север?

У всех этих, казалось бы, разрозненных загадок появилось теперь связующее звено: холод, лед, талая вода.

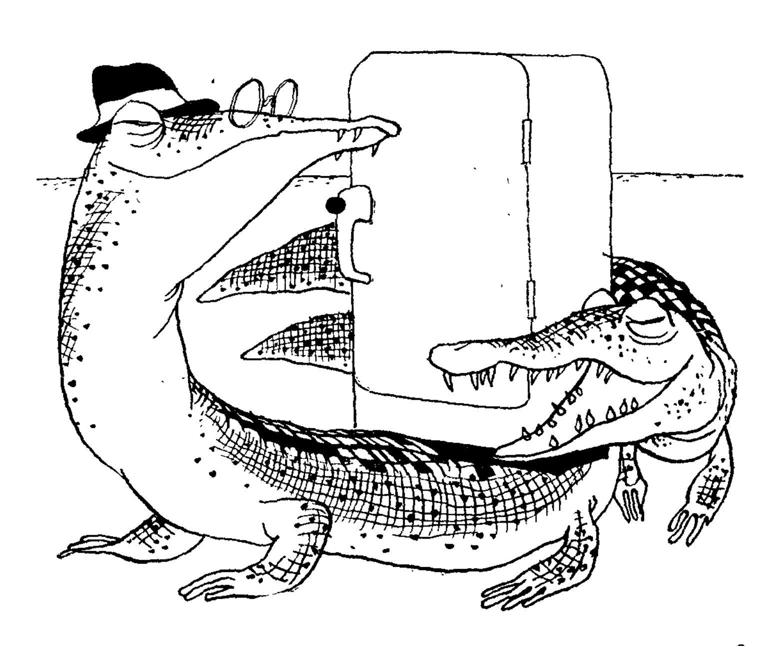
Ученые не любят останавливаться на полпути. Необходимо было выяснить, на что похожа вода в живых организмах. Считалось, что она просто заполняет пространство между большими молекулами. Это представление оказалось ошибочным. Как выяснилось, оболочки большинства клеток организма и гигантские живые молекулы, по сравнению с которыми молекулы воды ничтожно малы, притягивают их и выстраивают на своей поверхности в строго определенном порядке, создавая льдоподобную кристаллическую решетку. «Ледяная» оболочка тем толще, чем крупнее молекула. Протоплазма клеток и межтканевая жидкость заполнены бесчисленными айсбергами льда. Организм «замораживает» значительную

часть содержащейся в нем воды! Вот где разгадка благотворного влияния холода и талой воды: «лед» для организма совершенно необходим, вода становится «живой», когда «заморожена».

У живой воды есть еще одно важное свойство. Оказалось, что большинство молекул белков, жиров и углеводов по своему строению прекрасно подходят к структуре льда, свободно вписываясь в пустоты его кристаллической решетки. И поэтому при замерзании воды не повреждаются льдом.

Совсем иначе ведет себя вода в отношении молекул, форма которых не подходит в структуре льда: крупные она, замерзая, ломает, а мелкие изгоняет. Вспомните, лед в Северном Ледовитом океане пресный, потому что вода, замерзая, освобождается от солей.

Молекулы в живом организме могут по разным причинам несколько менять свою форму. Видимо, ко-





гда процесс заходит далеко, такая молекула больше неспособна образовывать корку «льда» на своей поверхности. Поврежденную молекулу можно починить с помощью крохотных льдинок. «Примерзая» к искривленным молекулам, льдинки выпрямляют их, придают им обычную конфигурацию.

Возможно, одна из причин старения организма — накопление большого количества поврежденных молекул. Если это предположение правильно, то омолаживать организм можно было бы, снабжая его достаточным количеством льдинок. Для этого нужно или сильно понизить температуру организма, чтобы в нем начали возникать отдельные льдинки (такие опыты на животных дали хороший длительный омолаживающий эффект), или дать готовые льдинки — отсюда благоприятное действие талой воды.

С этой точки зрения употребление даже просто некипяченой воды для организма полезнее, чем кипяче-

ной. Под влиянием высокой температуры в воде полностью разрушается кристаллическая решетка льда, и молекулы вступают в какие-то другие связи. Теперь, чтобы заморозить кипяченую воду, прежде всего надо разорвать эти связи, что совсем не легко. Если вы зимой свежепрокипяченную, достаточно чистую воду вынесете на мороз, то, нарушая все каноны, записанные в школьных учебниках физики, она замерзнет не при нуле градусов, а только когда ее температура упадет ниже минус семи градусов. То же самое происходит и в организме. Чтобы живые молекулы из выпитого нами чая смогли построить вокруг себя «айсберги», нужно сначала разрушить связи между молекулами воды, образовавшиеся при ее кипячении.

Воду, которая не замерзает при температуре ниже нуля, называют переохлажденной. Когда в организме много такой «переохлажденной» воды, это способствует накоплению вредных продуктов обмена. Ведь «замерзая», вода очищается, изгоняя из своей решетки вредные примеси. В этом еще одна отрицательная сторона употребления кипяченой воды.

Этим, конечно, не исчерпывается значение для организма живой воды. Предполагают, что «айсберги» выполняют очень важную функцию в мышечной работе. Известно, что энергию для сокращения мышцы получают при расщеплении аденозинтрифосфорной кислоты, но что при этом происходит, оставалось загадкой. Изучение состояния воды в организме представило мышечное сокращение в новом свете. Рабочей частью мышцы служит белок миозин, цепочка которого построена, как бусы, из множества протомиозинов. Связи между ними настолько сильны, что не только удерживают их вместе, но могут стянуть цепочку протомиозинов в более компактное образование. Силой, которая удерживает ее в растянутом состоянии, видимо, является кристаллическая решетка воды, «ледяная» броня, образующаяся вокруг молекулы миозина. Если броню быстро разрушить, освободившаяся цепочка протомиозинов сократится, сбившись в более плотную массу. Именно на разрушение

«ледяной» оболочки, а вовсе не на само сокращение тратится энергия, полученная от аденозинтрифосфорной кислоты. Затем молекула миозина восстанавливает льдоподобную оболочку, «лед» вновь вытягивает цепочку протомиозинов, и мышца расслабляется.

Ледяная оболочка разрушается мгновенно. Если вблизи айсберга окажется свободный протон, одна из молекул воды примет его в свой состав. Но поскольку в молекуле их может быть только два, одновременно отдаст один из своих протонов соседней. Та, приняв чужой протон, отдаст соседям свой и так далее. Эта реакция мгновенно, как электрический ток, распространяется на весь ряд молекул воды, и айсберг мгновенно тает. (Ведь молекулы удерживались друг возле друга благодаря связям, образуемым протонами, а при передаче протонов они нарушаются.)

МЕРТВАЯ ВОДА

Шла вторая мировая война. Среди грозных событий тех дней три, особенно таинственные, остались неизвестными или не привлекли особого внимания.

Первое произошло во Франции.

16 мая 1940 года, когда фашистские войска рвались к Парижу, два французских ученых из лаборатории Жолио-Кюри пробирались на юг Франции. Они везли в запаянных контейнерах 185 килограммов воды. В Бордо ее погрузили на английский пароход «Брампарк». На борту судна соорудили плот и к нему прочно прикрепили все контейнеры с водой. И если бы вражеские подводные лодки потопили судно, вода бы не погибла. Однако путешествие прошло благополучно, и груз целым и невредимым был доставлен в Англию.

Второе таинственное событие произошло в оккупированной фашистами Дании. В довольно бурную ночь на крохотном судне бежал в Швецию всемирно известный физик Нильс Бор. Наиболее ценным предметом его багажа была бутылка пива, которую он охранял как зеницу ока. Однако бутылка из-под пива

использовалась лишь для маскировки, внутри была чистейшая вода.

Не менее таинственным было и событие, происшедшее в Норвегии. В 1942 году на маленький норвежский городок Рьюкан совершили налет английские парашютисты-десантники. Цель этой загадочной операции долго оставалась тайной. Только после окончания войны выяснилось, что рискованное мероприятие было предпринято для уничтожения маленького заводика и хранящегося там 400-литрового запаса воды.

Истинной подоплекой всех этих непонятных событий была тяжелая вода.

О существовании ее узнали сравнительно недавно. Около сорока лет назад американский ученый Юри обнаружил, что, кроме обычного, существует еще тяжелый водород, атомы которого весят в два раза больше нормальных. Это так поразило ученых, что новому водороду присвоили название дейтерия, словно это был не водород, а совсем иное вещество.

Как известно, молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Когда в ее состав входят атомы тяжелого водорода, образуется тяжелая вода. Позже выяснили, что существует еще более тяжелый водород, названный тритием, и открыли два вида тяжелого кислорода. Из разных комбинаций атомов этих веществ и строятся молекулы воды. Поэтому любая вода представляет собой смесь 18 различных соединений, и 17 из них — разновидности тяжелой воды.

В нормальной воде примесь тяжелой ничтожно мала. Молекул с самым тяжелым кислородом встречается 1000 на миллион, а с дейтерием 200 на миллион. Тяжелая вода, которую только перед войной научились получать в чистом виде, была необходима для создания атомной бомбы. Вот почему союзники принимали меры, чтобы она не попала в руки фашистов.

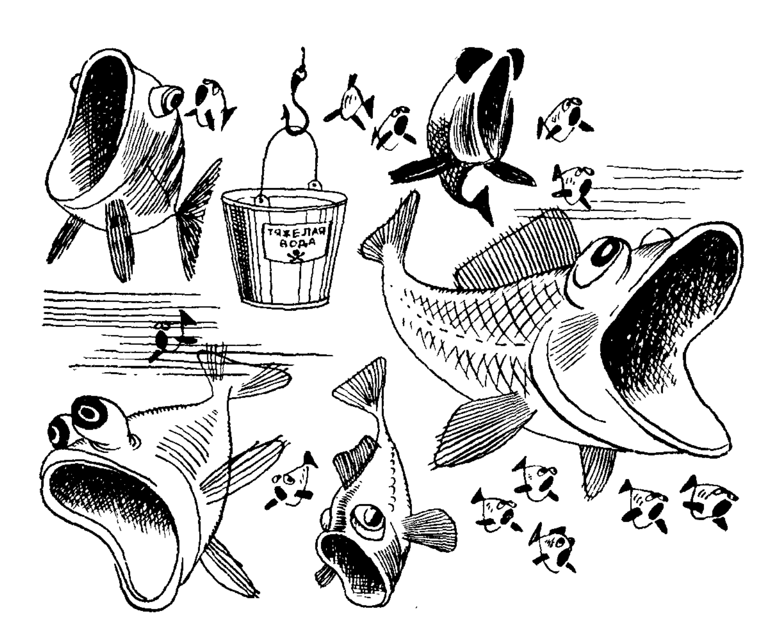
Что же представляет собой тяжелая вода?

Лучше всего изучена вода, в молекулы которой включен дейтерий. По цвету, запаху, вкусу она ничем не отличается от обычной воды, но совершенно непри-

годна для живых организмов. Вот как неожиданно воскресли народные предания о живой и мертвой воде. Тяжелая вода в самом прямом смысле этого слова оказалась мертвой. Она неспособна поддерживать жизнь.

Семена растений, помещенные в тяжелую воду, не прорастали. Рыбы, одноклеточные организмы и даже микробы очень быстро погибали. Мыши и крысы, которых поили тяжелой водой, жили недолго. Если им давали разбавленную тяжелую воду, они оставались живы, но испытывали страшную жажду. Тяжелая вода несла смерть. Возникла даже теория, объясняющая старение организмов накоплением тяжелой воды, но убедительных доказательств этого пока никто не представил.

А не вредна ли для нас небольшая примесь тяжелой воды, которая всегда содержится в нормальной? Видимо, нет. В небольших количествах она полезна,



так как усиливает жизненно важные процессы, зато в больших замедляет их. Тяжелая вода не является каким-то особым ядом для живых существ. Гибельным оказывается просто сильное замедление жизненно важных процессов.

СКОЛЬКО МЫ ВЕСИМ?

Знаете ли вы свой вес? Не думайте, что это очень простой вопрос, даже если вы недавно взвесились. Ну, а как изменится вес через день, к вечеру, через час или даже через 10 минут?

Вес человеческого тела постоянно колеблется. Кроме легко обнаруживаемых причин этих колебаний, таких, как прием пищи, вызывающий скачкообразное повышение веса, есть ряд других, обусловливающих постоянные медленные, совершенно незаметные изменения. Первым об этом почти 300 лет назад догадался Санкториус. Соорудив громадные весы, он часами восседал на них, наблюдая за изменением собственного веса. Результаты опытов были столь ошеломляющими, что в его лабораторию стекались многочисленные посетители, жаждавшие увидеть, как у них на глазах станет худеть известный ученый. А изменения веса были ощутимые: за ночь Санкториус терял почти килограмм.

Причин потери веса много. Только за счет удаления из организма углекислого газа вес человека снизится за сутки на 75—85 граммов. Это, конечно, мелочь: из легких за сутки испаряется 150—500 граммов воды, а через кожу еще больше. Оказывается, человек беспрерывно потеет, хотя пот и не стекает по телу крупными каплями.

Из отверстий бесчисленных потовых железок, разбросанных по всей поверхности кожи, выделяются мельчайшие капельки пота, увидеть которые можно только под микроскопом. Если воздух достаточно сух, они успевают испариться раньше, чем из железок выделятся новые, и кожа остается сухой. В холодную погоду с кожи испарится 250—1700 граммов воды.

При выполнении тяжелой физической работы в жаркую сухую погоду выделение пота может возрастать до 10—15 литров в сутки, а иногда — до 4 литров в час, но кожа и в этом случае может остаться сухой. По самым скромным подсчетам, южане за 70 лет жизни выделяют 70—150 тонн пота, три большие железнодорожные цистерны.

Какую же функцию выполняет пот? И зачем организму выделять его в больших количествах? Так организм человека борется с перегреванием. На испарение расходуется большое количество тепла, 600 калорий на литр пота. Если все это тепло отнять от человеческого тела, его температура понизилась бы примерно на 10 градусов. К сожалению, наше тело дает для испарения только небольшую часть тепла, поэтому потоотделение не может обеспечить охлаждения тела, но предохраняет нас от перегревания. Только благодаря испарению воды из легких и с кожи температура человеческого тела остается нормальной, около 37 градусов, даже если температура воздуха повысится до 40—50.

Потеть не всегда полезно. Когда в воздухе много влаги, пот испаряется медленно, собирается крупными каплями и стекает по телу, не принося облегчения. Ведь если нет испарения, не происходит и охлаждения. Поэтому жара в сухих пустынях переносится легче, чем во влажных тропических лесах.

Не вредно ли обильное потоотделение? Потеря 3—5 литров воды, как бы она ни произошла, вызывает мучительную жажду, но еще не опасна для жизни, если будет в ближайшее время восполнена. Известен случай, происшедший в 1821 году во Франции, когда человек обрек себя на смерть, упорно отказываясь от всякой жидкости. Жизнь боролась в нем со смертью 17 дней. Даже на пятнадцатый день удивительного поста этого человека еще можно было бы спасти, дав ему вдоволь воды.

Откуда же берется вода, идущая на образование пота, и где хранится выпитая человеком жидкость? Потовые железки получают воду из крови. Но пока потоотделение не достигает чрезвычайно больших

размеров, кровь не густеет и ее не становится меньше. Как только кровь начинает терять воду, сейчас же со складов в кровяное русло поступает такое же количество воды. (Под склады воды используются подкожная клетчатка, мышцы и другие органы.) Наоборот, если человек выпил воду и она из кишечника всосалась в кровь, сразу же соответственное количество ее из крови переходит на склады.

Запас воды на складах небольшой, особенно у птиц и летающих насекомых. Даже в прохладную погоду его для нормальной жизнедеятельности едва хватит на сутки-двое. Но резерв воды должен быть всегда. Наиболее оригинальный способ запасать воду изобрели пчелы. Семье, насчитывающей тысячи взрослых насекомых и огромное количество личинок, нельзя без запасов. А вдруг несколько дней подряд нелетная погода! Что будет тогда с детьми? И пчелы нашли выход. Если открыть улей, то где-нибудь в сторонке можно увидеть неподвижно висящих на сотах крупных рабочих пчел. Это живые цистерны. Пчелы-водоносы весь избыток воды переливают им в зобик, пока он не наполнится, а отяжелевшее насекомое не потеряет способности не только летать, но и ползать. Случись один-два нелетных дня, и их брюшко заметно опадет — цистерна опустеет.

КРОКОДИЛОВЫ СЛЕЗЫ

Ласковое теплое море лениво катит к берегу свои волны. Среди подступивших к самой воде поросших лесом скал весь день пасутся олени. Они спускаются сюда, чтобы в густой тени раскидистых дубов и сосен насладиться прохладой легкого ветерка. Море плещется у самых ног рогатых красавцев, но вряд ли оно их привлекает. Когда приходит час идти к водопою, олени карабкаются высоко в горы в поисках крохотных ямок с мутноватой, не очень свежей водой, остатка родничков, начисто пересыхающих летом.

Ни один олень не спускается к морю, чтобы утолить свою жажду! Да и не только олень. Тысячами

километров тянется извилистая прибрежная линия материков, окруженных со всех сторон океанами. И нигде не пересекается звериными тропами: ни один зверь на земле не спускается к морю, чтобы утолить жажду.

Люди, потерпевшие кораблекрушение среди необозримых пространств океанской соленой воды, гибнут от жажды. Морская вода для питья непригодна, в ней растворено слишком много солей, 35 граммов в литре, из которых 27 обычной поваренной соли.

Почему же нельзя пить морскую воду?

Взрослому человеку необходимо до 3 литров в сутки, включая, конечно, и воду, содержащуюся в пище. Если пить морскую воду, вместе с ней в организм ежедневно будет вводиться около 100 граммов солей. Попади они все разом в кровь, произойдет катастрофа. Обычно кровь освобождается от избытка солей, как только их количество превысит норму.



Главную работу по очистке крови выполняют почки. За сутки взрослый человек выделяет полтора литра мочи, около половины полученной организмом за день воды, одновременно освобождаясь от натрия, калия, кальция и других вредных веществ. К сожалению, концентрация этих солей в океанской воде значительно выше, чем в моче. Поэтому, чтобы вывести из организма соли, поступившие с морской водой, потребовалось бы гораздо больше воды, чем ее было выпито.

Как же живут морские рыбы и звери? Где они находят пресную воду?

Оказывается, находят. Кровь и тканевые жидкости рыб и других позвоночных животных содержат очень немного солей. Поэтому все морские хищники вместе с пищей получают и значительное количество вполне пригодной для питья воды. Эти жидкости вполне пригодны и для человека, на что впервые обратил внимание французский врач А. Бомбар.

Ежегодно тысячи людей, потерпев кораблекрушение, гибнут от голода и жажды. Бомбар проделал смелый эксперимент, чтобы доказать: все необходимое для жизни человека в океане есть и потерпевшие кораблекрушение могут остаться живы, если сумеют воспользоваться его дарами. Для этого он отправился через Атлантический океан в небольшой резиновой лодочке, питаясь по дороге пойманной рыбой и мельчайшими беспозвоночными животными, а вместо воды пил жидкость, выжимаемую из тела рыб. Ему удалось за 65 дней пересечь океан, проделав путь из Европы в Америку. И хотя подобный способ питания значительно подорвал здоровье ученого, он доказал возможность жизни человека в океане.

Невольно напрашивается вопрос: откуда берут пресную воду морские рыбы? Оказывается, у них есть чудесный опреснительный аппарат. Это не почки. У рыб почки небольшие, плохо развитые и в выведении солей из организма участия почти не принимают. Опреснительное устройство находится в жабрах. Специальные клетки захватывают из крови соли и вместе со слизью в сильно концентрированном виде выводят наружу.

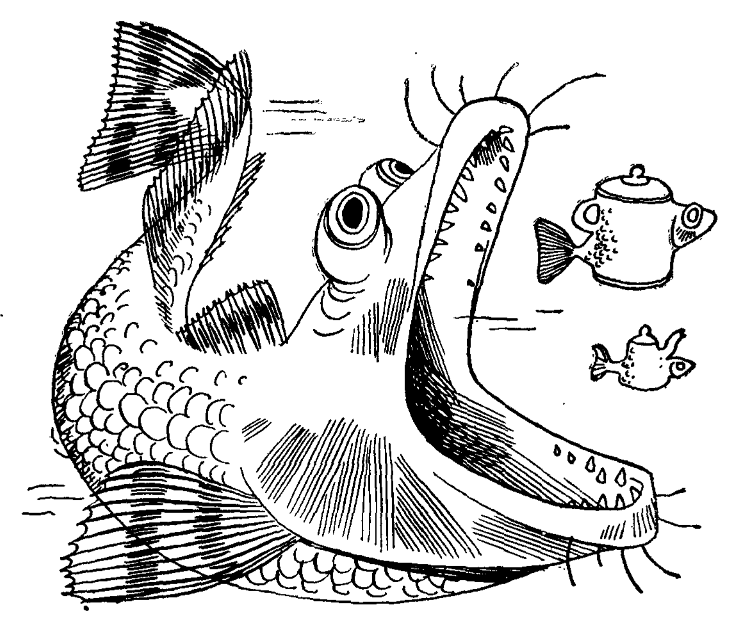
Не легко добывать пресную воду и морским птицам. Буревестники и альбатросы живут в открытом океане, далеко от берегов. На суше они появляются раз в год, только чтобы вывести птенцов. Бакланы, кайры, многие чайки, хотя и живут в прибрежной зоне, никогда не пьют пресной воды. Раньше думали, что они довольствуются тканевой жидкостью своих жертв. А оказывается, они охотно пьют морскую воду и многие даже не могут без нее обходиться. В зоологических садах уже давно замечали, что эти птицы в неволе не живут. Зоологи удивлялись: нежные, крошечные колибри переносят неволю; попугаи, страусы, орлы и совы хорошо живут в клетках, а чайки быстро гибнут. Решили, что в тесных клетках морские красавицы скучают по океанским просторам. Но не тоска по морю, не тесные клетки оказались причиной гибели птиц. Просто птицам не хватало солей. Когда пищу им начинали подсаливать, чайки веселели и превосходно жили.

Есть чудесные опреснители у морских птиц и рептилий. У них это тоже не почки, а носовая, или, как ее теперь называют, солевая железа. У птиц она расположена по верхнему краю глазницы, а ее выводной проток открывается в полость носа. Концентрация натрия в жидкости, выделяемой железой, в пять раз больше, чем в крови, и в два-три раза больше, чем в океанской воде. Жидкость вытекает из носовых отверстий и повисает на кончике клюва в виде крупных прозрачных капель, которые птица время от времени стряхивает. Если морскую птицу накормить очень соленым кормом, через 10—12 минут из ее носа начнет капать. Такое впечатление, будто у нее сильный насморк.

У морских рептилий: черепах, змей, ящериц — выводной проток солевой железы в отличие от птиц открывается в угол глаза, а секрет стекает наружу. Давно уже люди обратили внимание, что крокодилы умеют плакать крупными прозрачными слезами. Съев очередную жертву, крокодил якобы оплакивает ее. Отсюда возникло крылатое выражение «крокодиловы слезы», как символ высшего лицемерия. И толь-

ко в наши дни стала ясна их причина: так организм крокодила освобождается от излишка солей, поступивших с водой и пищей.

Круглый год странствуют морские черепахи по теплым морям и океанам. Лишь раз в год, темной ночью, в положенное для этого время, выходят самки

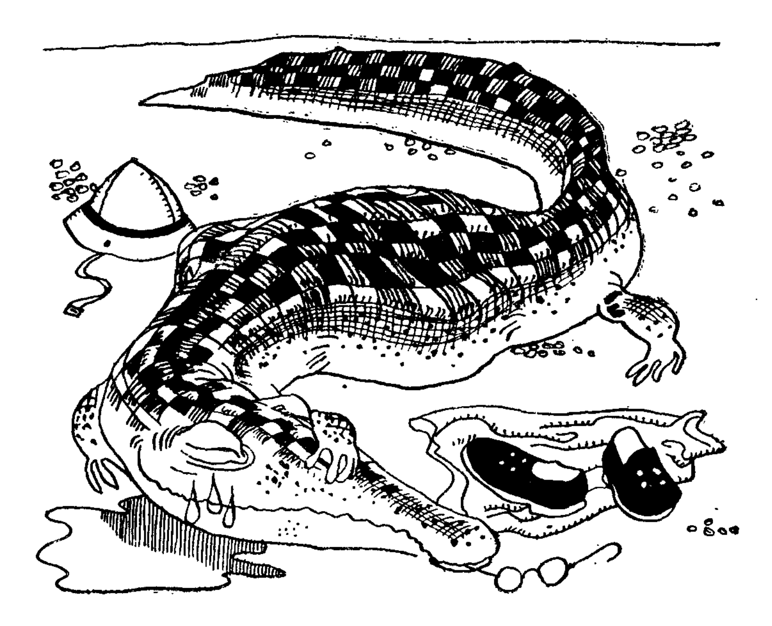


на песчаные пляжи, чтобы зарыть в укромном местечке кучки отложенных тут же яиц. Возвращаясь обратно в море, черепахи горько плачут, роняя на сухой песок крупные соленые слезы. Грустят ли они, расставаясь с родными местами, где сами когда-то вывелись из яиц? Оплакивают ли брошенное на произвол судьбы потомство? Нет, конечно. Просто их солевые железы заняты своей обычной работой — удалением из организма солей. Это для них обычное состояние. Морские черепахи — самые большие плаксы нашей планеты, но разве в воде слезы заметишь? Вот почему люди так поздно раскрыли секрет солевой железы.

Как вы думаете, рыбы пьют? Я уже вижу вашу улыбку. Ведь стоит рыбе открыть рот, и он полон воды.

А вместе с пищей неизбежно, хочет того рыба или нет, известное количество воды попадает в желудок. Достаточно ли ее? Испытывают ли рыбы жажду? На эти вопросы ученые давно нашли ответ.

Современные рыбы освоили все природные водоемы, но каждый вид может жить только в привычных для него условиях. Переходить из пресной воды в соленую и обратно без вреда для собственного здоровья могут очень немногие. Виртуозами в этой области можно считать угрей. Они полжизни проводят в соленой воде, а другую половину — в пресной. Что же мешает рыбам свободно переходить из одной воды в другую? Кожные покровы, покровы полости рта, жабр и других частей тела, а также оболочки отдель-



ных клеток всех органов и тканей рыбы проницаемы для воды. Она свободно сквозь них просачивается, а для солей и большинства других веществ эти оболочки непроницаемы.

Куда же будет просачиваться вода: в водоем или из водоема? Это зависит отнюдь не от того, где ее больше. Управляет процессом диффузии осмотическое давление растворов, которое создается растворенными в них веществами. Чем их больше, тем выше осмотическое давление и тем сильнее раствор всасывает в себя воду. В пресной воде оно практически равно нулю, а в крови и тканевых жидкостях рыб много солей и белковых веществ, которые создают осмотическое давление, равное 6—10 атмосферам. С этой силой и сосет воду организм пресноводных рыб, которая извне интенсивно поступает в их тело. Если бы у них не существовало приспособлений для быстрого выведения из организма ее излишков, тело быстро бы разбухало и животное погибало. Таким образом, у пресноводных рыб никогда не возникает потребности пить воду. Им хватает забот о том, как избавиться от проникающей со всех сторон воды.

Другое дело их родственники — морские костистые рыбы. В морской воде солей гораздо больше, чем в тканях рыб. Осмотическое давление океанской воды равно 32 атмосферам, тогда как в организме морских костистых рыб оно достигает всего 10—15. Поэтому ненасытный океан с жадностью сосет воду из их тел. Возникает на первый взгляд парадоксальное явление: морская вода способна подсушивать плавающих в ней рыб. Не удивительно, что они всегда испытывают жажду.

Не все морские рыбы пьют воду. Самые древние из них, акулы и скаты, которые, видимо, раньше костистых рыб переселились в океан, иначе приспособились к жизни в соленой воде. Они научились сохранять в крови довольно вредное вещество — мочевину, от которой все другие животные спешат как можно скорее избавиться. Для этого им пришлось одеть жабры в специальную оболочку, непроницаемую для мочевины. Осмотическое давление крови акул и скатов

значительно выше, чем морской воды. Их тела точно так же, как и у пресноводных рыб, сосут воду из океана, поэтому акулы и скаты озабочены только тем, как от нее избавиться.

Этот же принцип позаимствовала у акул и лягушка-крабоед, которую недавно обнаружили ученые в Юго-Восточной Азии. Из всех амфибий она одна приспособилась к жизни в соленой воде. Правда, икру эти лягушки по-прежнему мечут в пресную воду, но, когда лягушата подрастут, они уходят в море, где питаются крабами. Как и акулы, лягушки сохраняют в крови мочевину, но только делают это произвольно: прежде чем перейти в морскую воду, запасаются мочевиной, когда уходят в пресную — освобождаются от ее избытка. Поэтому, где бы они ни жили, этим лягушкам, как и остальным их сородичам, нет необходимости пить воду.

НЕЛЬЗЯ ЛИ ОТЖАТЬ ВОЗДУХ!

Давно уже зоологи заметили, что некоторые животные пустынь, которые у себя на родине никогда не видели водоема даже размером в столовую ложку, в неволе охотно и много пьют. Оставалось загадкой, как они обходятся без воды на воле. Может, пустыня не так безводна, как это кажется на первый взгляд? А нельзя ли и там добыть воду?

Прежде чем ответить на эти вопросы, посмотрим, откуда берут воду люди, живущие в безводных местностях.

Кому из вас посчастливилось побывать в Крыму? Десятки домов отдыха, санаториев, пионерских лагерей разместились на узкой полоске земли Южного берега Крыма, сжатой с двух сторон горами и морем. Сюда с наступлением лета устремляются тысячи отдыхающих. Никто из них и не подозревает, сколько забот и волнений выпадает на долю работников городского хозяйства, сколько труда приходится вложить, чтобы из водопроводного крана постоянно струилась вода, чтобы всегда можно было принять

ванну, помыться, сварить обед. Ведь на Южном берегу Крыма нет больших рек и озер. Здешние речки в начале лета пересыхают.

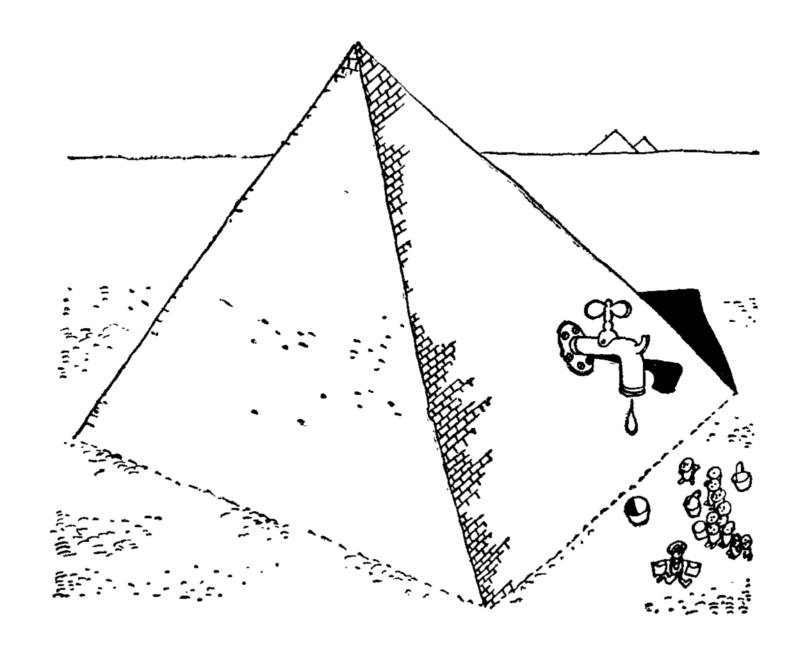
Воду в Крыму начинают запасать еще осенью, когда часто идут дожди. Ее собирают в наземные водохранилища и в огромные, скрытые под землей резервуары и хранят до наступления лета. И все же воды не хватало, пока через горы не пробили туннель, по которому на побережье потекла целая речка.

Еще несколько десятков лет назад не было возможности возводить подобные сооружения. Но древние жители Крыма обходились и без них. Они умели добывать воду прямо из воздуха. Как ни сух воздух Крыма, в нем всегда есть немного водяных паров. Ведь море рядом! О том, как эту воду много веков назад извлекали из воздуха, удалось выяснить археологам.

В Восточном Крыму около города Феодосии была найдена усадьба средневекового вельможи. На ее территории обнаружили удивительное сооружение — большую, выложенную камнем площадку с каменными пирамидальными сооружениями на ней. Внутри пирамид находились многочисленные ходы и полости. Из горячего морского воздуха, который проникал в пирамиды, на ее внутренних холодных стенках выпадала роса. Они «запотевали», как оконные стекла в холодную погоду. Мельчайшие капельки росы, сливаясь, собирались в более крупные и стекали по стенкам, а затем по специальному желобу в подземный бассейн.

Так можно добывать воду всюду, даже в самых жарких и безводных пустынях, хотя, конечно, из сухого воздуха много воды не извлечешь. И все-таки даже в безводных пустынях под нагромождениями камней по ночам выпадают капельки росы. Проникая в глубь песка, воздух и там оставляет хотя бы ничтожные количества влаги. Впрочем, не всегда ничтожные.

В песках самой западной части пустыни Каракум чудесно растут арбузы. Растут без всякого полива. В этой части пустыни очень мало источников пресной



воды. Зато ветер с залива Кара-Богаз-Гол приносит в пустыню влажный воздух. Остывая ночью, он оставляет столько воды, что в иные дни она не успевает вся впитываться в песок и ее можно собирать в сосуды, поставленные на дно глубоких ям.

Видимо, многие животные пустынь умеют находить в расщелинах скал, в глубоких норах выпадающую по ночам росу и широко ею пользуются.

Кенгуровая крыса, жительница безводных австралийских пустынь, умеет извлекать воду даже из почвы. Питается этот интересный зверек семенами различных растений, которые высыхают так, что практически влаги не содержат. Собранные сухие семена крыса сразу не ест, а переносит в нору в своих удивительных защечных мешках.

Шерсть у кенгуровых крыс растет не только на морде, но и в полости рта, предохраняя защечные мешки от просачивания в них слюны. Это приспо-

собление обеспечивает строжайшую экономию влаги. Собранные на поверхности земли совершенно сухие семена складываются в глубоких норах. Если в почве есть хоть немного влаги, семена начнут ее впитывать. Ведь осмотическое давление сухих семян равняется 400—500 атмосферам! Вот с какой силой сосут они воду! Только после обогащения семян водой кенгуровая крыса их съест.

Еще лучше устроилась удивительная колючая ящерица молох, жительница жарких безводных пустынь Австралии. Все тело ее покрыто острыми выростами и шипами. Это страшилище известно давно, но долгое время ученые полагали, что колючки служат ящерице лишь для защиты от врага. Теперь выяснилось, что они имеют и другое, не менее важное назначение. Роговой слой кожи молоха пронизан бесчисленными порами, которые открываются наружу в бороздах между колючками. Если на кожу ящерицы капнуть каплю воды, она тотчас же впитается в по-



ры, но не сможет проникнуть внутрь тела: глубокие слои пор не содержат. Поры расположены так, что у воды остается единственный путь — двигаться внутри кожи в сторону головы. Здесь система капиллярных пор заканчивается в небольших пористых подушечках, куда и собирается вода. Подушечек две. Они расположены в уголках рта молоха. Если в подушечках есть вода, молоху стоит только подвигать челюстями, и из каждой подушечки прямо в рот выдавится по капле влаги.

Пить молоху не нужно. Даже если ящерица встретит в пустыне источник, ей достаточно окунуться. Так быстрее, и в кожу воды попадает больше, чем ящерица могла бы выпить. В коже создается как бы склад воды.

К тому же колючки молоха значительно холоднее кожи. По ночам на них оседают мельчайшие капельки росы и тотчас же впитываются в кожу. Молох сосет воду прямо из воздуха!

ФАБРИКА ВОДЫ

Нещадно палит полуденное солнце над необозримыми просторами пустынь. Днем песок накаляется так, что, если ступить на него босиком, можно получить ожог. Ни одного живого существа не видно. Да и откуда быть жизни, если на десятки, на сотни километров вокруг нет никакой воды?

И все-таки жизнь в пустыне есть. Чтобы это увидеть, надо попасть туда на рассвете, пока утренний ветерок не зашевелил легкие сыпучие пески. Куда ни кинь взор: по склонам песчаных холмов и между ними — всюду замысловатое кружево бесчисленных следов. Вот протащила свой панцирь медлительная черепаха, там — два ряда мелких точек, а между ними глубокая бороздка, оставленная хвостом, — след какой-то небольшой ящерицы. Эти далеко расположенные друг от друга кучки следов — результат прыжков стремительного тушканчика. А вот те, крупные, принадлежат джейрану. Оказывается, ночью

пустыня жила полной жизнью, и только дневной зной заставил все живое спрятаться.

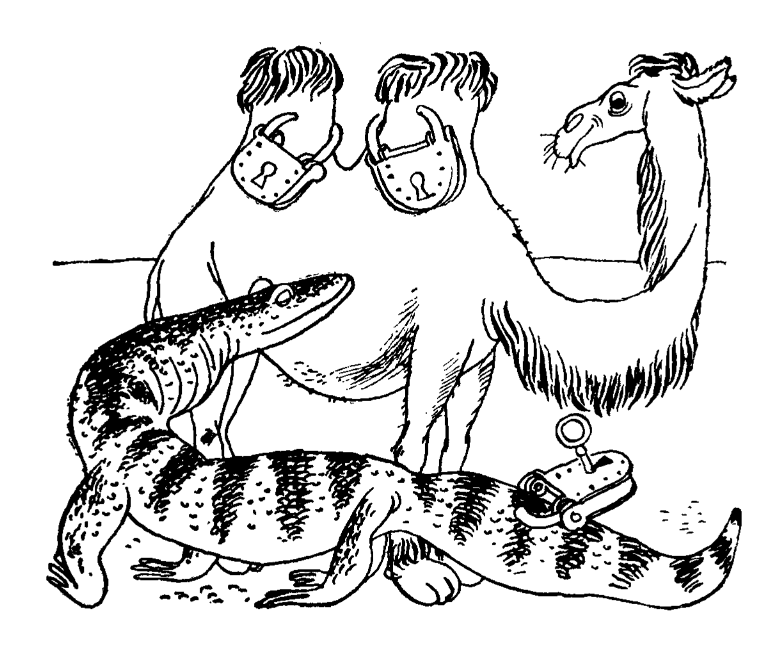
Но как существуют животные в этой бесплодной местности? Как приспособились к недостатку воды?

Многие обитатели пустынь: антилопы, суслики, песчанки, тушканчики, черепахи — вообще никогда не пьют или могут подолгу обходиться без воды. Воду им заменяют зеленые растения. Весной или после дождя пустыня на короткий срок оживает, все зеленеет и цветет. А когда под палящими лучами солнца пожелтеют, поникнут травы, животные выкапывают из песка луковички тюльпанов и других растений. В защищенных от солнца кожистыми чешуйками луковичках много влаги. Хищники тоже не бедствуют, они получают воду, поедая травоядных животных. И все же обеспечить себя водой не легко; не удивительно, что большинство обитателей пустынь обзавелись собственной фабрикой для изготовления воды и складами необходимого для ее производства сырья.

Собственно, такая фабрика есть у всех животных нашей планеты, в том числе и у человека. Во время работы в клетках нашего организма как источник энергии «сжигаются» углеводы и жиры. При их полном «сгорании» образуется два продукта: углекислый газ и вода. Углекислый газ очень вреден, он сразу же выводится наружу, а вода используется на нужды организма. Из 1 грамма углеводов образуется 0,56 грамма воды, из жиров — 1,07 грамма. В теле взрослого человека в сутки синтезируется 300 граммов воды.

Для человека это пустяк, для некоторых животных такой способ получения воды является единственным. Дрофы-красотки, жаворонки, песчанки, некоторые мыши и другие грызуны могут подолгу обходиться без воды, а многие из них вообще никогда не пьют, питаясь высохшими стеблями травы и семенами растений, которые практически влаги не содержат. Вся необходимая им вода образуется при окислении жиров и углеводов, содержащихся в пище.

Наиболее удобное сырье для производства воды — жиры и углеводы, потому что при их «сгорании» в организме, кроме воды и углекислого газа, никаких вред-



ных веществ не образуется. Запасать же их удобнее. Способностью накапливать большие количества жира обладают все обитатели сухих степей и пустынь: змеи и ящерицы, антилопы, жирафы, зебры, львы, страусы.

Жир животных откладывается в специально предназначенные для этого места. Под кожей его не бывает, иначе животные гибли бы от перегревания. У верблюда склады в горбах. Горб не для красоты и не для того, чтобы удобнее было ездить верхом. Горб болтается на спине, а вся остальная поверхность тела свободна от жира, и верблюду не жарко.

Часто под склад используется хвост. Склад в этом случае тоже находится, так сказать, на отшибе. У тушканчиков и песчанок жир откладывается в основании хвоста. Очень большие запасы жира в хвосте гигантских ящериц — варанов. Еще больше у курдючных овец. У них по обе стороны хвоста есть по два больших выроста — курдюка. Запасы жира очень ве-

лики: у верблюда его может быть 110—120 килограммов, в бараньих курдюках — 10—11.

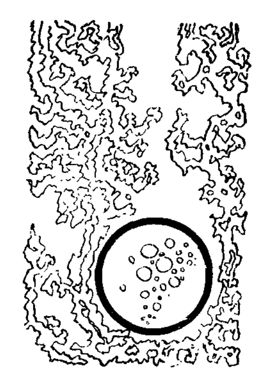
Если животное попадает в неблагоприятные условия, когда воды взять неоткуда, срочно начинается ее производство из запасенного жира. Верблюд может прожить без воды 45 дней, причем первые 15 он будет нормально работать и съедать обычную порцию абсолютно сухого сена.

Такой способ производства воды очень удобен, ведь при окислении жира образуется большое количество энергии, которая используется организмом и может дать ему возможность обходиться без пищи. Кстати, многих жителей пустынь потому в неволе жажда и мучает гораздо сильнее, чем в их родных песках, что здесь у них резко сокращено производство воды. На родине им каждый день приходится выходить на охоту. Сколько нужно побегать, сколько затратить энергии, чтобы досыта наесться! А вы уже знаете, что все жиры, все углеводы, которые тратятся на работу мышц, в конечном итоге превращаются в воду.

Не только обитатели пустынь живут за счет химического производства воды. Когда организм вообще лишен возможности пополнить ее запасы, единственным источником служит окисление жиров: не удивительно, что в яйцах птиц много жира. Он расходуется в качестве источника энергии, и из него же образуется значительное количество воды.

Конечно, жизнь в пустыне оказалась возможной не только потому, что ее жители приобрели умение вырабатывать воду химическим путем, добывать из воздуха и находить ее ничтожные количества в песке и камнях. Не менее важно, что они научились прятаться днем от жары, что у них есть приспособления, мешающие воде организма испаряться, и, пожалуй, самое главное — умение экономно расходовать воду. Без этих приспособлений жизнь в пустыне была бы невозможной.

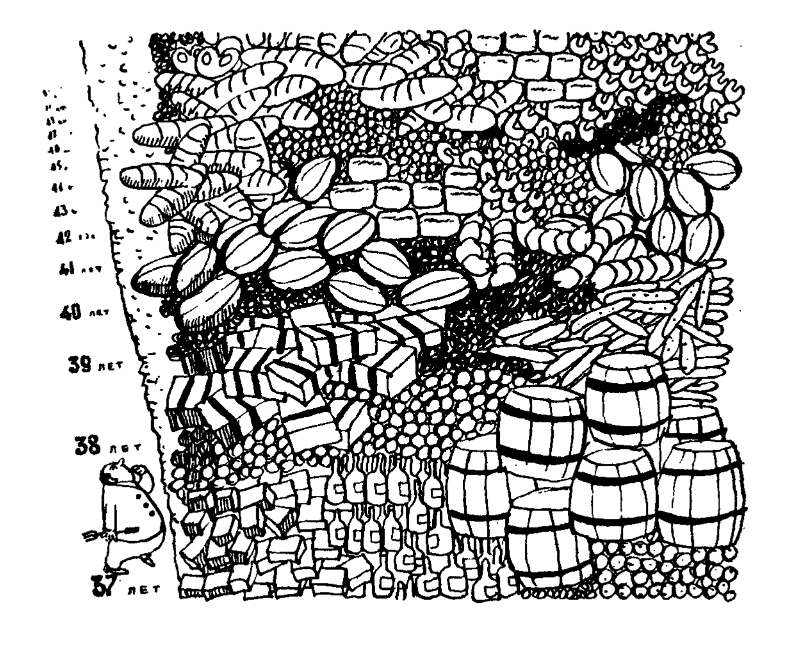
СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ



ПОДВИГИ ЛУКУЛЛА

В 74—64 годах до нашей эры римские легионы, предводительствуемые Луцием Лицинием Лукуллом, наголову разбили войска понтийского царя Митридата VI (Великого), а затем его родственника — армянского царя Тиграна II. Огромная держава Митридата распалась. И все же Лукулл получил широкую известность не только благодаря своим ратным подвигам и полководческому гению, а главным образом из-за роскоши и обжорства.

Римляне вообще любили поесть и имели склонность к излишествам. Веселые трапезы и пиры продолжались по многу часов и даже дней. За это время съедалось огромное количество изысканных кушаний. Под звуки музыки или пения, полулежа на подушках, смаковали пирующие всевозможные яства, запивая их изрядным количеством вина. Даже тренированные римские желудки неспособны были переварить такие количества пищи. Но это и не вменялось им в обязанность. Наевшись до отвала, пирующие запускали себе в рот два пальца, вызывая рвоту, и возвращались к прерванной трапезе. Не перевелись Лукуллы и в наши дни. Если сложить вместе все, что мы съедаем и выпиваем в течение жизни, каждый смог бы почувствовать себя Лукуллом, ведь получится огромная груда всевозможных продуктов, для перевозки которой нужно было бы несколько железнодорожных платформ.



Потребность в пище различна. Чем мельче животное, тем больше, конечно в относительных единицах, необходимо им пищевых веществ. Крот должен съедать в день пищи столько, сколько весит сам, а иногда и втрое больше.

Не следует думать, что много есть хорошо. Скорее наоборот! В лаборатории профессора Никитина был поставлен опыт. Группу крыс кормили самой лучшей, самой разнообразной пищей, какую можно было только придумать, но давали ее так мало, что молодые животные не могли расти, не прибавляли в весе ни одного грамма. Другую группу крыс кормили той же пищей, но вволю. На голодной диете крысы жили гораздо дольше, чем сытые!

Многие животные должны есть очень часто. Крот погибает уже после 14—17-часового голода, зато клещи могут несколько лет не есть. Некоторые из них едят всего один раз в своей жизни. Существуют и

животные, которые, став взрослыми, совсем не едят. Среди них всем известная поденка.

Непродолжительная голодовка полезна и человеку. В медицине даже существует лечение некоторых заболеваний голодом. Видимо, он может иногда приносить пользу. Единого мнения по этому вопросу у современных врачей нет, зато они единодушно признают, что в неопытных руках лечебная голодовка может нанести больному ощутимый вред.

Для чего нужна вся эта масса съедаемой в течение жизни пищи, в общем понятно. Первое назначение — строительный материал. Как ни кажется это на первый взгляд странным, но мы постоянно, до глубокой старости, надстраиваем и перестраиваем свой организм. Всю жизнь у человека растут волосы и ногти, только два-три месяца живут эритроциты — красные кровяные тельца, затем они гибнут, а на смену появляются новые. Клетки кожного эпителия живут еще меньше — всего 7 дней.

В каждой клетке тела постоянно обновляются молекулы: одни полностью разрушаются и на смену им синтезируются новые, другие перестраиваются только частично. При этом часть стройматериалов превращается в строительный мусор, непригодный для дальнейшего использования. Вот почему любой организм всю свою жизнь постоянно нуждается в притоке нового строительного материала. Чуть только чего-то недостает, немедленно возникают неприятности. Случись организму лишиться притока меди или железа, возникает анемия — малокровие. Даже кости, которые кажутся такими незыблемыми, постоянно обновляют свой состав. Если в пище долгое время будет отсутствовать кальций, кости, которые содержат его в достаточно большом количестве, начнут отдавать его для других нужд организма, а сами станут мягкими, гнущимися.

Второе назначение пищи — обеспечить организм энергетическими ресурсами. Уже само по себе строительство новых молекул требует известных энергетических затрат. А мышцы и все остальные органы нашего тела, большинство из которых не прекращает

своей деятельности ни на минуту! Ведь и когда мы спим, сердце продолжает трудиться, работают дыхательная мускулатура, печень, почки, желудочно-кишечный тракт, железы внутренней секреции. Даже мозг продолжает расходовать энергию, и нельзя сказать, что расходы эти совсем невелики, хотя именно их мы меньше всего замечаем.

Энергетические потери восполняются относительно легко. В качестве «горючего» используются жиры, углеводы и отчасти белки, которые, «сгорая» в организме, образуют углекислый газ и воду. Собственно, организм использует всего один вид топлива — глюкозу. Жиры или белки, прежде чем стать энергетическим материалом, должны превратиться в глюкозу.

Снабдить горючим организм менее сложно, чем обеспечить его всеми необходимыми строительными материалами. Тело человека состоит главным образом из углерода, азота, кислорода и водорода. Прочие химические элементы содержатся в небольших, часто совсем ничтожных количествах.

Французский химик Габриель Бертран подсчитал, что тело человека, весящего около 100 килограммов, содержит:

кислорода	— 63 килограмма	натрия	— 260 граммов
углерода	— 19 килограммов	калия	— 220 »
водорода	— 9 »	хлора	— 180 »
азота	— 5 »	магния	— 40 »
кальция	— 1 килограмм	железа	— 3 грамма
фосфора	— 700 граммов	йода	— 0,03 »
серы	— 640 »		

Фтора, брома, марганца, меди еще меньше. Видимо, и все другие элементы, даже такие химически малоактивные, как золото, есть в организме, но роль их нам еще не ясна.

Обычно при правильном питании все они в достаточном количестве доставляются в организм с пищей и водой. Когда же какого-нибудь элемента начинает недоставать, возникают различные, нередко очень тяжелые заболевания. Там, где в почве не хватает йода, приходится обогащать им поваренную соль. На что уж невская вода считается самой чистой, са-

мой лучшей питьевой водой в мире. Однако именно эта чистота и является ее основным недостатком. Одна из водопроводных станций Ленинграда стала добавлять в питьевую воду фтор: оказывается, при его отсутствии легко возникают заболевания зубов. Мало того, шведские ученые установили, что у людей, систематически употребляющих мягкую воду, гораздо чаще возникают заболевания сердечно-сосудистой системы.

Определенные трудности снабжения связаны с тем, что большинство веществ, из которых состоят ткани и органы, не могут быть синтезированы непосредственно из элементов. Например, белки строятся из различных комбинаций 22 аминокислот, только 10 из них способен синтезировать наш организм, остальные 12 должны поступать в готовом виде. Мало того, даже когда мы создаем аминокислоты сами, нужно, чтобы необходимый для этого азот поступал в виде органических соединений. Точно так же глюкоза не может в организме животных синтезироваться непосредственно из углерода и водорода, для ее производства используются готовые углеводороды.

Среди многих веществ, поступление которых в организм хотя и в малых количествах, но абсолютно необходимо, следует упомянуть витамины. Без них жизнь невозможна.

Выбор пищи — вопрос очень важный. Пожалуй, наиболее демонстративный пример — пчелы. Матка, которая с первых дней и до конца своей жизни питается так называемым «пчелиным молочком», живет 2—3 года. Рабочие пчелы получают этот чудотворный корм только в самые первые дни своей жизни, а с третьего дня переходят на более грубую пищу и в результате, во-первых, не становятся полноценными самками, а во-вторых, живут всего 2—3 недели.

Характер пищи может влиять не только на физическое, но и на умственное развитие. В Италии существует поверье, что те области страны, где выращивается белый абрикос, дарят миру гораздо большее количество гениев, чем все остальные районы земного шара. Подобные предположения не лишены некото-

рого основания. Во всяком случае, многие психофармакологи считают поиски вещества гениальности, которое бы стимулировало мозг, облегчая обучение и другие мозговые процессы, далеко не пустым делом. Эти поиски могут когда-нибудь увенчаться успехом.

Человек — существо всеядное. Кроме привычки, ему ничего не мешает приспособиться к любой пище. Среди животных таких всеядных созданий немного. Гораздо больше узкоспециализированных видов. Иногда в пищу используются на первый взгляд странные и малосъедобные вещи: древесина, шерсть, перья, рыбья чешуя или воск.

Иногда вкусы у животных одного и того же вида могут быть весьма несхожими. Среди комаров кровопийцами являются самки, которым необходимы белки для производства потомства. Самцы довольствуются растительной пищей.

Чаще всего вкусы с возрастом меняются. Особенно разительна эволюция пищевых привычек у африканских медоуказчиков. Эти забавные птички соб-



ственных гнезд не вьют, а подбрасывают яйца в чужие семьи, как это делают наши кукушки. Приемные родители кормят будущего медоуказчика, как и своих детей, насекомыми. Когда же птенчик подрастет и станет самостоятельным, он начинает разыскивать разоренные пчелиные гнезда и лакомиться... воском!

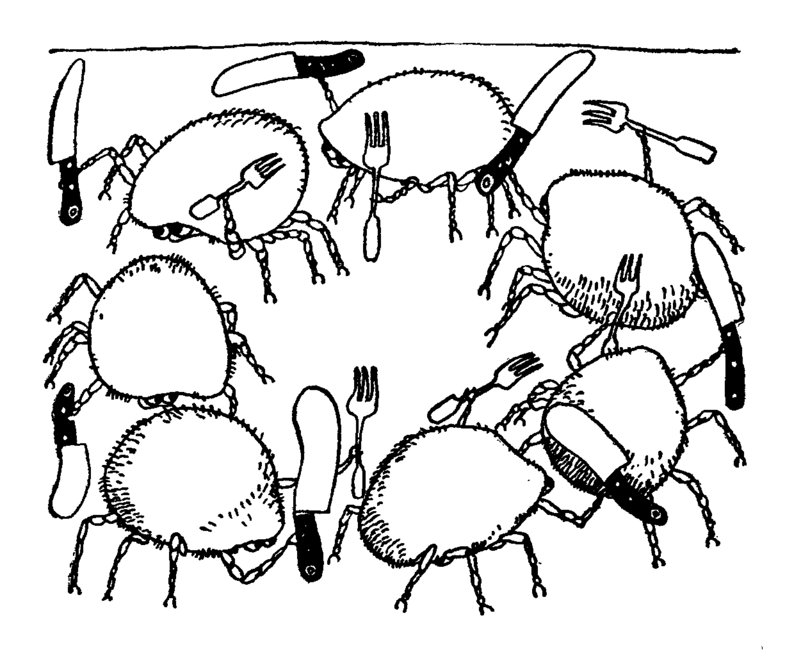
Как и почему пробуждается у него страсть к воску, сказать трудно, приемные родители его этому, конечно, не учат. Перейдя целиком на питание за счет пчел, медоуказчик ищет и неповрежденные ульи, а так как ему одному с пчелиной семьей не справиться, прибегает к помощи более сильных грабителей, громким щебетанием оповещая местных жителей или, на худой конец, барсуков-медоедов о своей находке.

Среди странных пищевых склонностей наиболее отвратительная — каннибализм. К нам это слово перешло из испанского языка и в переводе означает «людоедство». Когда его применяют в отношении животных, имеют в виду случаи пожирания себе подобных.

Интересная и наиболее безобидная форма каннибализма встречается у птичьих клещей, переносчиков опасного заболевания — птичьего спирохетоза. Личинки этих клещей, нимфы и взрослые насекомые, когда попадают на птицу, не всегда впиваются в ее тело. Если их оказывается много, то среди них всегда находятся каннибалы, которые стараются отыскать пьющую кровь самку или нимфу и присосаться к ней. Иногда в тело каннибала впивается другой каннибал, а в него, в свою очередь, третий и так до пяти особей, сосущих друг из друга птичью кровь или гемолимфу своей жертвы, которая, кстати сказать, на нападение никак не реагирует.

Цепочка жрущих друг друга паразитов не распадается до тех пор, пока все они не наедятся досыта. Клещи, подвергшиеся нападению своих собратьев, остаются живы и нормально развиваются.

Среди других животиых с экзотическими вкусами нельзя не рассказать о копрофагах. Они приносят немалую пользу. («Копрос» по-гречески значит «навоз», «фагос» — «пожирающий»; соответственно «копрофаги» — «животные, питающиеся экскрементами».)



Для многих животных копрофагия — явление временное. Например, у псовых в ранний период воспитания щенков родители поедают их кал. Это, безусловно, гигиеническая процедура, обеспечивающая чистоту логова.

Очень интересны случаи копрофагии у ульевого вредителя — личинки пчелиной моли, которая обычно питается воском. Но если прожорливым существам удается полностью разорить улей, сожрав весь воск, приходится поедать собственные экскременты, которые к тому времеии скапливаются в избытке. Самое удивительное, что и новые выделения тоже годятся в пищу. Так на собственных экскрементах, поедая их, выделяя и снова поедая, может вырасти не одно поколение пчелиной моли. Этот своеобразный круговорот длится иногда 7—8 лет.

Объяснение странному способу пополнения энергетических ресурсов, имеющему что-то общее с вечным

двигателем, просто. Воск — очень трудно перевариваемое вещество. Даже в кишечнике пчелиной моли, которая приспособилась к питанию исключительно им, воск полностью никогда не переваривается. Этим и объясняется эффективность многократной переработки собственных экскрементов.

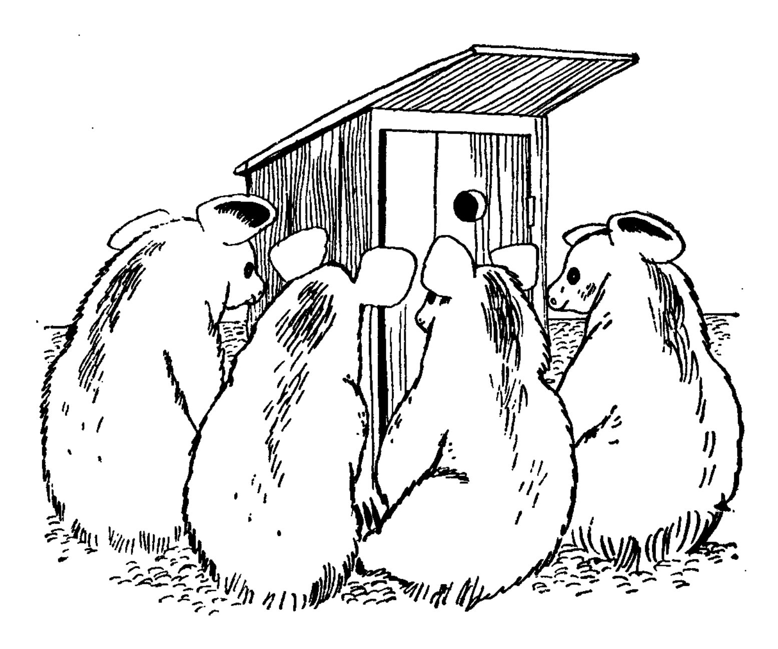
Немало на Земле и постоянных копрофагов. Некоторые виды жуков, клещей и червей питаются только навозом. Среди них есть очень узкие специалисты, поедающие лишь коровий, лошадиный или, наконец, только заячий помет. Особенно интересны жуки-навозники. Наши жуки роют под кучами навоза норки, которые потом набивают запасом пищи для будущих личинок.

Скарабеи вызывают удивление тем, что скатывают из навоза довольно большие шары, во много раз превосходящие размером самих жуков. Недаром еще древние египтяне считали скарабеев священными и поклонялись их скульптурным изображениям. Каждый священный бык — апис, живущий в мемфисском храме, должен был иметь на своем теле изображение этого природного ассенизатора.

Рыжие лесные муравьи едят почти исключительно выделения тлей, которые содержат сахар и другие питательные вещества. Муравьи не просто собирают экскременты, они защищают тлей от врагов, разводят их, пасут. Осенью муравьи разыскивают зимние яйца тлей и прячут в муравейник, а весной, с наступлением тепла, маленькие труженики вытаскивают молодых тлей на травку и пасут своих коровок, каждый раз унося их вечером «домой», пока ночи не станут достаточно теплыми. Некоторые виды муравьев разводят корневую (живущую на корнях) тлю, сооружая для нее из земли миниатюрные хлевики. За год один муравейник собирает около ста килограммов экскрементов тлей.

Некоторые животные бывают копрофагами только в «детском» возрасте. Очаровательные зверьки, как две капли воды похожие на плюшевых мишек, живут в эвкалиптовых лесах Австралии. Коала — сумчатое животное, но выводковая сумка у него открывается

не вперед, как у кенгуру, а назад. Первое время после рождения детеныши питаются молоком, а затем экскрементами матери, представляющими собой богатую пептонами кашицу из переваренных листьев эвкалипта. Благодаря тому, что выводковые сумки открываются назад, малышам очень удобно подхватывать



свою пищу прямо на лету, зверьки ведь постоянно обитают на высоких деревьях и на землю никогда не спускаются.

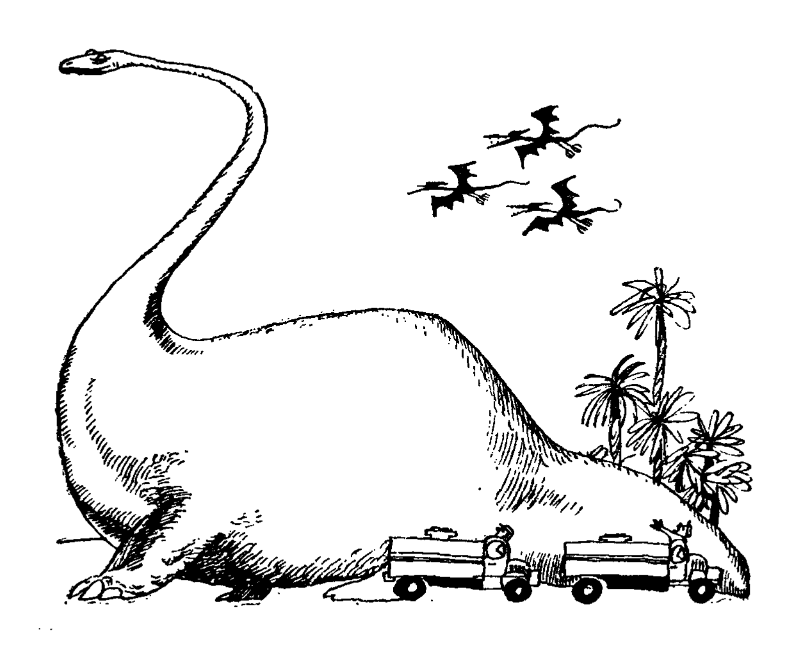
Ну, а как обстоит дело у нас, у людей? Может, вы думаете, что от употребления в пищу таких странных вещей человека оберегает его природное эстетическое чувство? Ничуть не бывало. Вспомните о меде. Этот вкусный и очень широко распространенный продукт питания имеет довольно неэстетичное происхождение. Исходным сырьем для него служит цветочный нектар, который проходит предварительную переработку в зобиках пчел-сборщиц, где тростниковый

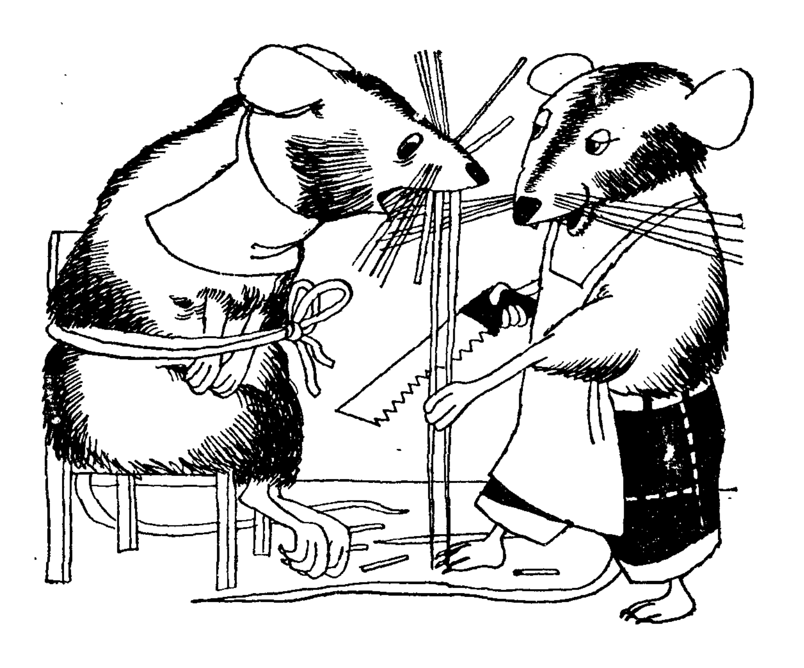
сахар частично переводится в плодовый и виноградный и затем срыгивается в сотовые ячейки. Так создается *цветочный мед.*

Еще менее эстетично происхождение падевого меда, в огромных количествах собираемого в ФРГ. Сырьем для него служат те же экскременты тлей, которыми питаются рыжие муравьи. Между тем здесь падевый мед считается излюбленным лакомством.

Если отвлечься от экзотичности вкусов копрофагов, придется признать, что это очень полезные животные. Они не только очищают нашу планету, но и, что, пожалуй, еще важнее, не дают выпасть из круговорота веществ ценным органическим соединениям.

Видимо, раньше на земле копрофагов было меньше. Во всяком случае, со своей работой они явно не справлялись. Примерно 7—8 миллионов лет назад в Европе жили гигантские хищные рептилии — ихтиозавры. Они были такие большне, их было так много





и царство их длилось так долго, что в некоторых местностях ихтиозавры оставили весьма весомые следы своего существования в виде огромных скоплений навоза.

Говорят, время все облагораживает. Это до некоторой степени верно. Обыкновенная сосновая смола, пролежавшая в земле всего несколько миллионов лет, окаменела и превратилась в благородный янтарь. В течение тысячелетий навоз ихтиозавров тоже окаменел, что его, безусловно, облагородило: у него исчез неприятный запах. Наибольшие скопления копролитов (так назван был окаменевший навоз) обнаружены в Англии близ Йоркшира и в ФРГ. Там их издавна добывают и с успехом используют. В мелко размолотом виде копролиты оказались прекрасным удобрением.

Как ни странно, это не единственное использование копролитов. Благодаря тому, что в них в большом

количестве находятся крепко сцементированные между собой сепии (чернильные мешки ископаемых моллюсков), рыбья чешуя и непереваренные кости, отшлифованная поверхность копролитов имеет красивый рисунок. Вот почему ископаемый навоз ихтиозавров используется на различные мелкне поделки, брошки, бусы и другие женские украшения.

Поистине история иногда делает забавные повороты, а причуды женской моды не имеют предела.

ПОЛЗАЮЩИЕ ЗУБЫ

Если бы вас попросили назвать самые важные органы тела, немногие вспомнили бы про зубы. А между тем они выполняют очень ответственную функцию. С помощью зубов зачастую убивается добыча, удерживается, а потом и измельчается пища. Поэтому-то потеря зубов для диких животных означает гибель. Даже для человека, который научился делать зубные протезы н ничем не ограничен в выборе пищи, отсутствие собственных зубов далеко не безразлично.

Зубы одинаково важны как для хищных, так и для травоядных животных. Известный индийский охотник Джим Корбетт описывает несколько случаев, когда потеря всего лишь одного клыка вынуждала тигра нападать на домашних животных и даже на людей, так как с крупными дикнми копытными животными (его обычная пища) он уже справиться не мог.

Вероятно, наибольшую нагрузку зубам дают грызуны. При этом даже самые острые зубы, отлитые из самого твердого металла, могут быстро сноситься. Выход один — расти. И действительно, у грызунов передние зубы растут непрерывно, да так быстро, что если лишить животное твердой пищи и зубы перестанут снашиваться, то вырастут до невероятных размеров и сделают своего обладателя инвалидом. У крыс за месяц резцы отрастают на 3 сантиметра. К старости каждый зуб, если бы не стирался, достигал 70—100 сантиметров!

Продолжительность жизни слона лимитируется состоянием его зубов, так как на воле он питается растительным, подчас довольно жестким кормом, который перетирается мощными коренными зубами. Всего у слона две пары действующих зубов: одна — в верхней, другая — в нижней челюсти. Кроме того, в каждой челюсти есть по пять пар зубных зачатков. Когда наличные зубы снашиваются, они выпадают, а на смену вырастают новые, пока не износится шестая, последняя пара зубов. Питание слона постепенно ухудшается, и это приводит его к гибели.

Чрезвычайно важны зубы для хищных рыб.

У акул вся внутренняя поверхность челюстей усеяна зубами. Зубы расположены правильными шеренгами и загнуты остриями назад. Это позволяет рыбам крепко удерживать добычу. Конечно, больше всего работы падает на самые передние шеренги зубов, они изнашиваются быстрее всего. И акулам пришлось бы очень плохо, если бы их «передние» зубы не сменялись новыми. Ведь они у акул всю жизнь движутся. Пригнувшись, как солдаты во время атаки, развернутым строем шеренга за шеренгой медленно, но неуклонно ведут наступление, шаг за шагом продвигаясь вперед к краю челюсти. Передние шеренги старых, изношенных зубов постепенно вылезают изо рта наружу и, полюбовавшись на свет божий, выпадают, а их места занимают следующие. Поработав вволю и основательно поистершись, и эти, в свою очередь, лезут на волю, освобождая место следующим. И так всю жизнь. У некоторых вымерших ископаемых акул они не выпадали, и к старости у такой рыбы передняя часть рыла оказывалась сплошь усаженной зубами. Способность акульих зубов перемещаться дает возможность рыбам до глубокой старости сохранять в боевой готовности свое страшное оружие.

Если зубы предназначаются только для того, чтобы измельчать пищу, не обязательно им находиться во рту. Иногда даже выгодно, чтобы они покинули подготовительный цех и перебрались куда-нибудь подальше в следующие отделы. У карповых рыб рот беззубый, зато в глотку палец им лучше не совать, имен-

но туда переместились зубы, и вся первичная обработка пищи производится там.

У некоторых хищных рыб и хищных морских черепах зубы ушли в пищевод. Это, собственно, не настоящие зубы, а очень острые и иногда достаточно большие шипы, которые нужны, чтобы живая добыча не могла вырваться из желудка и удрать. Густо усеянный шипами пищевод очень напоминает шкурку ежа или ехидны. Шипы все, как один, направлены своими остриями в сторону желудка, поэтому пища может двигаться только туда. Путь назад для нее накрепко закрыт.

Если нет собственных зубов, приходится пользоваться протезами. У птиц пища размельчается с помощью камешков. В толстостенном мускульном желудке, обладающем значительной силой, зерна, попавшие между камешками, легко перетираются, как в жерновах.

Камешки в птичьих желудках вещь обыденная. Кто не сталкивался с ней, потроша курицу? А между тем явление это во многом еще загадочно. Что заставляет птиц глотать камни, ведь не чувство же голода? Как узнают птицы, что камни в желудке поистерлись и их следует заменить новыми? Чем руководствуются они, выбирая из кучи песка лишь камешки, обладающие достаточной прочностью? Ответов на эти вопросы пока еще нет.

Глотают камешки не одни только птицы. Булыжники весом 350—500 граммов нередко находят в желудках китов, моржей и тюленей. Эти камни животные время от времени отрыгивают, и на лежбищах, где ластоногие проводят много времени, скапливается масса (целые россыпи) принесенных со дна моря камней. Можно подумать, что звери решили создать на берегу настоящий геологический музей.

Ученые пока еще не смогли точно установить, зачем морские млекопитающие загружают свой пищеварительный тракт столь необычными предметами. Возможно, камни, как и у птиц, помогают растирать твердые части пищи: раковины моллюсков и хитиновые

панцири членистоногих. Может, служат лишь средством борьбы с кишечными паразитами, которые очень досаждают ластоногим.

Особенно часто камни заглатываются в те периоды, когда звери подолгу не едят. Отсюда возникло предположение, что поедание камней предохраняет желудок от атрофии (атрофия — это уменьшение в размере какого-либо органа или ткани, сопровождающееся утратой их функций), так сказать, дает ему работу, когда он оказывается не у дел.

Не исключено, однако, что у морских млекопитающих это никак не связано с процессами пищеварения. Некоторые ученые склоняются к мысли, что камни становятся необходимы, когда звери особенно хорошо питаются и сильно жиреют. Их средний удельный вес падает, и животным становится все трудней и трудней погружаться в воду. Возможно, чтобы увеличить свой вес, и приходится морским скитальцам брать «на борт» балласт — глотать всевозможные камни. Расчеты показывают, что количество балласта вполне достаточное, в желудке некоторых тюленей находили до 11 килограммов камней.

Далеко не во всех случаях зубы оказывались самым удачным инструментом, и тогда природа без сожаления заменяла их более совершенными техническими средствами. Многие переднежаберные улитки питаются моллюсками, причем довольно крупными, одетыми в крепкую раковину. Чтобы прогрызть ее при помощи терки, потребовались бы недели или даже месяцы, да и терка от такой работы быстро бы сносилась. Зубы этим улиткам заменяют слюна — четырехпроцентный раствор серной кислоты. И не считайте это чем-то особенным, ведь выделяют железистые клетки желудка человека соляную кислоту, почему же моллюскам не обзавестись серной?

Кислота, которой располагают улитки, настолько сильна, что слюна, попадая на мрамор, шипит и пузырится и легко растворяет раковины моллюсков. Нападая на свою жертву, улитки выделяют каплю слюны, которая разрыхляет небольшой участок раковины. Затем хищница расчищает отверстие при помощи тер-

ки и, засунув в него хоботок, поглощает теперь уже беззащитную жертву.

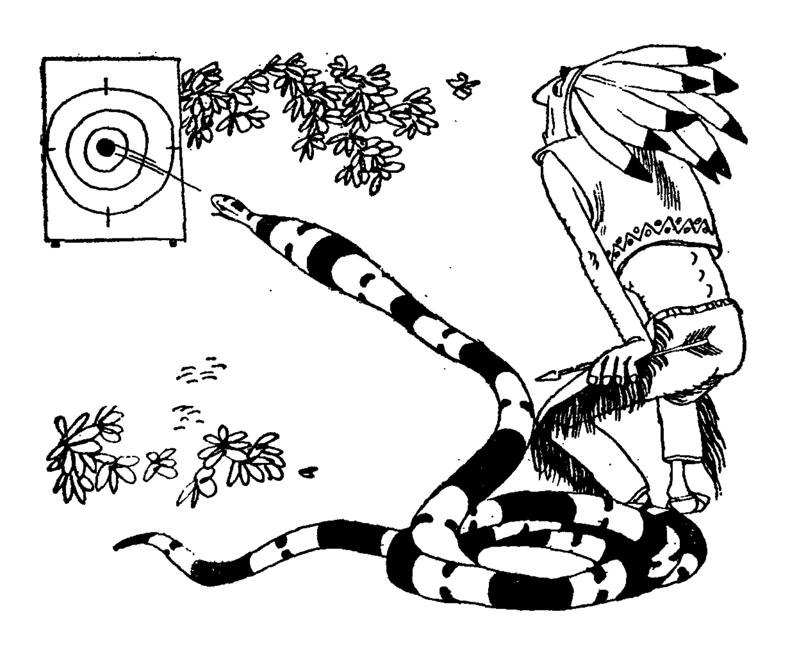
Не всегда достаточно измельчить пищу, чтобы она легко прошла в глотку. Поэтому в подготовительном цехе наряду с механическим отделом возникла химическая бригада — большие и малые слюнные железы. Слюна выполняет много важных функций, но, видимо, главная — смочить пищевой комок, без чего ему трудно протиснуться в пищевод. Кому довелось наблюдать наших европейских болотных черепах, мог легко убедиться, как важны слюни. У болотных черепах нет слюнных желез, ведь они поедают свою добычу в воде, обильно запивая каждый глоток. Зато на суше они беспомощны: сухая, ничем не смоченная пища никак не лезет им в глотку.

Слюна большинства животных содержит вещества (ферменты), которые оказывают первое химическое воздействие на поглощаемую пищу. Развивая впоследствии эти свойства, природа сделала слюну слегка ядовитой. Ведь на влажной оболочке рта, на остатках пищи, застрявшей между зубами, норовило поселиться множество микроорганизмов, большинство из которых вредны для организма.

Обычно, если природа затевает эксперименты с ядами, то не останавливается на полпути, а обязательно создает что-нибудь способное вызвать настоящий ужас. Пример тому ядовитые змеи, чьи укусы даже для человека могут быть смертельны.

Откуда же берется змеиный яд? Оказывается, это всего-навсего змеиные слюнки. Яд вырабатывается слегка измененными слюнными железами, но их проток открывается в канал, проходящий внутри зуба. Яд выделяется только во время укуса при надавливании на специальный мешочек, расположенный у основания зуба, и весь целиком попадает в рану.

Некоторые змеи сумели неплохо усовершенствовать свое грозное оружие. Кобры (розовая и зебра) и другие африканские змеи, видимо, чтобы мы не забыли, что яд — это всего лишь слюнки, научились неплохо плеваться. Ядовитые зубы у них устроены не-



сколько иначе, чем у прочих собратьев. Канал, по которому выпрыскивается яд, открывается не на самом кончике зуба, а довольно далеко от него (видимо, так удобнее плеваться) и имеет воронкообразно расширяющееся отверстие. Вот почему при неглубоком укусе яд может в ранку и не попасть, зато при плевке он рассеивается на мелкие капельки и летит довольно широким конусом. Поэтому площадь поражения змеиного выстрела, как и у дробового ружья, по мере увеличения расстояния возрастает.

Плюются змеи виртуозно и на очень большое расстояние, почти на 4 метра. Такая дальнобойность объясняется тем, что во время плевка змеи объединяют силу давления яда в мешочке, где он хранится, с инерцией движения, делая с выпрыскиванием яда сильный бросок головой вперед. Если яд попадет в глаза, на слизистую оболочку носа или в рот мелким млекопитающим, они погибнут. Это оружие дальнего действия

значительно эффективнее, чем у большинства ядовитых змей.

Слюнки ядовиты не только у змей. В Тихом океане в районе островов Фиджи, Новой Гвинеи и Самоа живут брюхоногие моллюски — конусы с длинными, до 15 сантиметров, и очень красивыми раковинами. Однако брать живых конусов в руки опасно, коварный моллюск непременно укусит острыми зубами терки. Яд конусов, особенно крупных, для человека смертелен.

ТЫСЯЧЕЛЕТНЯЯ ТАЙНА РАСКРЫТА

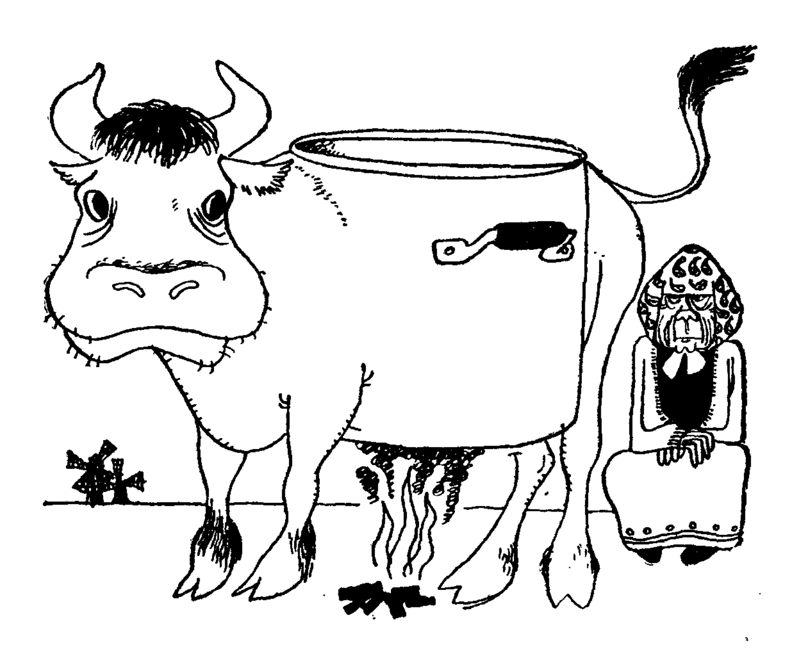
Еще первобытные люди знали, что пища, попав в желудок человека и животных, переваривается. Свежуя туши убитых животных, они, конечно, заглядывали и в желудок. Ведь и теперь редкая хозяйка устоит от соблазна узнать, что съела на обед щука и нет ли в курином желудке среди камешков и песка чего-нибудь особо интересного. Охотники, вскрывая животных, вместо мяса, травы и семян находили в желудках и кишечнике своей добычи кашеобразную массу. Создавалось впечатление, что пища здесь варится.

О том, как это происходит, узнали значительно позже. Съеденная пища изменяется не под действием тепла: в желудке даже самых «горячих» теплокровных температура не бывает выше 38—43 градусов. Этого явно недостаточно. Переваривание идет с помощью пищеварительных соков, в которых содержатся особые ферменты.

Желудочно-кишечный тракт человека и животных — сложная химическая лаборатория. Поступающая сюда пища измельчается, смешивается с различными пищеварительными соками и постепенно продвигается из одного отдела в другой. В каждом отделе пищевая масса задерживается ровно столько, сколько необходимо для ее обработки, в каждом отделе на нее изливаются особые вещества. По мере переваривания, то есть разложения сложных химиче-

ских веществ на простые (белков — на аминокислоты, жиров — на глицерин и жирные кислоты, углеводов — на моносахариды), происходит их всасывание. То, что не может быть переварено и использовано организмом, выбрасывается.

Много трудностей стояло на пути изучения этого процесса. Лишь в конце прошлого столетия великий русский ученый Иван Петрович Павлов завершил детальное изучение работы основных пищеварительных желез. Их оказалось немало, а главное, выяснилось, что для каждого вида пищи они приготовляют особый состав пищеварительных соков. За эти исследоваиия академик Павлов получил высшую международную награду — Нобелевскую премию. Казалоеь, основная тайна пищеварения раскрыта. Однако радоваться было рано. Повторить весь процесс переваривания пищи в пробирке, вливая туда последовательно нужные пищеварительные соки, как это проис-



ходит у живых организмов, никому не удавалось. Нет, пища переваривалась и в пробирке, но только очень-очень медленно, намного медленнее, чем в желудочно-кишечном тракте.

Недавно советским ученым удалось разгадать и эту тайну. Выявилась удивительная вещь: пища, которая касается стенок кишечника, переваривается значительно быстрее, чем внутри пищевой массы. Нечто похожее происходит, когда готовят пищу на сковородке: то, что непосредственно касается ее стенок, поджаривается гораздо быстрее. Здесь дело понятное, ведь стенки сковородки много горячее, чем остальная пища, но почему стенка кишечника ускоряет переваривание, она же совсем не горяча?

Первым делом нужно было выяснить, действительно ли стенка кишечника ускоряет переваривание. Чтобы убедиться в этом, проделали следующий опыт. В одну из двух пробирок, содержащих одинаковое количество смеси крахмала и амилазы (фермента, расщепляющего крахмал), добавили кусочек кишки, взятой от свежеубитого животного. Здесь расщепление крахмала шло значительно быстрее. Значит, действительно стенка кишки ускоряет переваривание пищи. Как же оно происходит?

Проделали другой опыт. В пробирку с раствором крахмала на некоторое время положили кусочек кишки. Предполагали, что, если в кишке содержатся какие-то вещества, ускоряющие переваривание, они выделятся в пробирку. Затем кишку извлекли и к крахмалу прибавили амилазу. Переваривание шло по-прежнему медленно.

Может быть, из кусочка кишки не успело выделиться достаточного количества этого предполагаемого вещества? Провели новый опыт. Из кишечника свежеубитого животного приготовили экстракт. Уж в экстракте-то предполагаемое вещество должно было бы быть! Но прибавление экстракта в пробирку с крахмалом и амилазой не ускоряло переваривания. Значит, в стенке кишки никаких необходимых для переваривания веществ нет. В чем же дело?

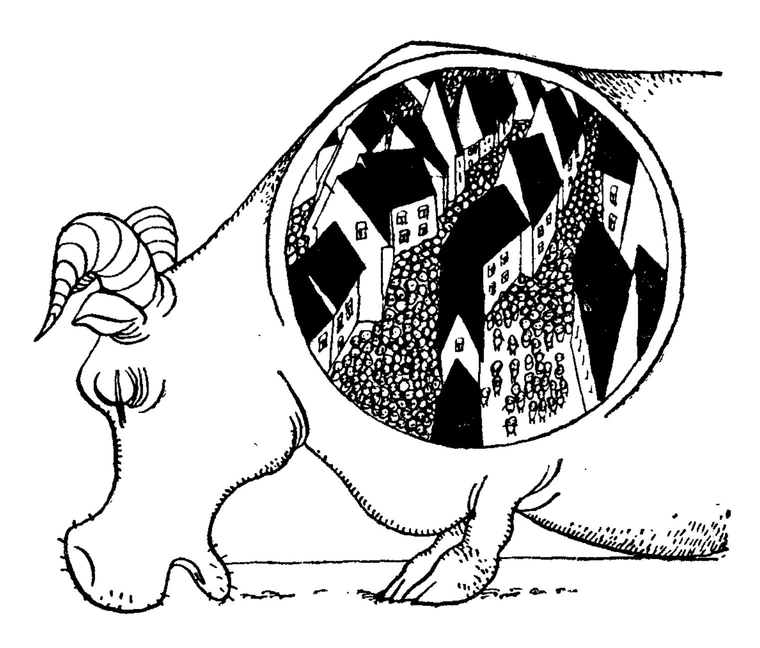
Загадка разрешилась неожиданно. Помогало пе-

револариванию устройство самой кишечной стенки. На поверхности клеток кишечного эпителия, обращенной в просвет кишки, есть ультрамикроскопические отросточки. Каждая клетка имеет приблизительно три тысячи таких отросточков! Благодаря этому площадь всей поверхности кишки очень велика. На этой огромной поверхности адсорбируются, то есть осаждаются, и удерживаются большие количества пищеварительных ферментов. Они выполняют роль катализаторов, ускоряя химические реакции. Ферменты вступают в химическое взаимодействие с участниками реакции, но после ее завершения вновь восстанавливают свой химический состав. Вот почему даже малые количества катализаторов могут вызвать заметное увеличение скорости химических реакций.

Естественно, что на поверхности кишечной стенки, где концентрация ферментов во много раз выше, чем внутри пищевой массы, переваривание идет очень энергично. Не беда, что общее количество ферментов не велико, ведь они могут многократно использоваться. Гораздо важнее, что они здесь находятся в очень высокой концентрации, поэтому даже малые количества обеспечивают большую скорость переваривания пищи.

Таким образом, пища переваривается в два этапа. На первом этапе внутри пищевого комка (где концентрация фермента невелика), движущегося по желудочно-кишечному тракту. Здесь происходит только первичная обработка пищи, пищевые комки распадаются на более мелкие, а те, в свою очередь, на отдельные молекулы. Основная же тяжесть по перевариванию пищи, разрушение молекул, падает на второй этап, когда пищеварение идет в пристеночном слое.

Пристеночное пищеварение, так назвали ученые этот способ переваривания пищи, дает организму массу преимуществ. Во-первых, возможность с помощью малых количеств ферментов обеспечить очень высокую скорость процессов, о чем уже говорилось. Во-вторых, большую экономию пищеварительных ферментов. Те ферменты, что адсорбируются на стенке



кишки, сохраняются и долгое время служат организму, тогда как ферменты, попавшие внутрь пищевого комка, вместе с остатками непереваренной пищи выводятся наружу и теряются для организма. И наконец, в-третьих, окончательно переваренная, готовая для всасывания в кровь пища оказывается именно там, где и происходит всасывание: у самой кишечной стенки. Это очень ускоряет и улучшает всасывание.

Сделанное открытие позволило разгадать еще одну тайну. Уже давно врачи замечали, что иногда у человека некоторые пищеварительные железы вследствие заболевания почти прекращают свою работу, а больные этого не замечают, на их пищеварении это почти не отражается. Как же тогда переваривается пища, оставалось загадкой. Теперь она разъяснилась. Крохотные количества ферментов, выделяемые больной железой, адсорбируются кишечной стенкой, накапливаются и сохраняются. Это и обеспечивает нормальное переваривание пищи.

ЧЕМ ПИТАЕТСЯ КОРОВА?

Вероятно, этот вопрос вызовет недоумение. Не только люди, далекие от сельского хозяйства, но даже маленькие дети прекрасно знают, что коровы питаются травой. Однако не спешите давать такой ответ: жвачных, а к ним относится и корова, нельзя считать истинно травоядными животными.

Как известно, в состав растений в большом количестве входит клетчатка. Из нее построены все клеточные оболочки. Чтобы использовать клетчатку как питательный материал и добраться до очень ценных веществ, заключенных внутри клеток, необходим фермент, способный ее расщеплять. Как это ни покажется на первый взгляд странным, пищеварительные железы коровы такого фермента не вырабатывают. И вообще почти ни у кого из животных, даже у короедов и всевозможных древоточцев, которые едят исключительно древесину, то есть сплошную клетчатку, такого фермента нет. Животные, приспособившиеся к грубой растительной пище, перерабатывают ее не сами, и прибегают к помощи мириад микроорганизмов, поселившихся в их желудочно-кишечном тракте.

Лучше всего деятельность такой микробной колонии изучена у коров. Помещается она в особом отделе желудка, называемого рубцом. В одном кубическом сантиметре содержимого рубца живет 15—20 миллиардов микроорганизмов. Они-то и питаются травой, которая поступает в желудок коровы. Поедая ее почти целиком, микроорганизмы неплохо поправляются на даровых кормах и неудержимо размножаются. Клетчатка травы идет на создание крахмало- и гликогеноподобных веществ тела микроба, а растительные белки превращаются в микробный белок.

Дальнейшая судьба размножившихся микроорганизмов не сложна, они очень легко перевариваются в следующих отделах желудка и кишечника, а глюкоза, аминокислоты, жирные кислоты и некоторые другие вещества, созданные ими, без дальнейшей пере-

работки всасываются в кровь. Микроорганизмы и являются главным источником основных пищевых веществ. Поэтому корову правильнее считать не травоядной, а микробоядной.

Естественно, напрашивается вопрос: раз мы кормим не саму корову, а живущих у нее в рубце микробов, раз мы всего-навсего поставляем сырье на микробную фабрику, нельзя ли естественные корма заменить искусственными? Вопрос этот отнюдь не праздный.

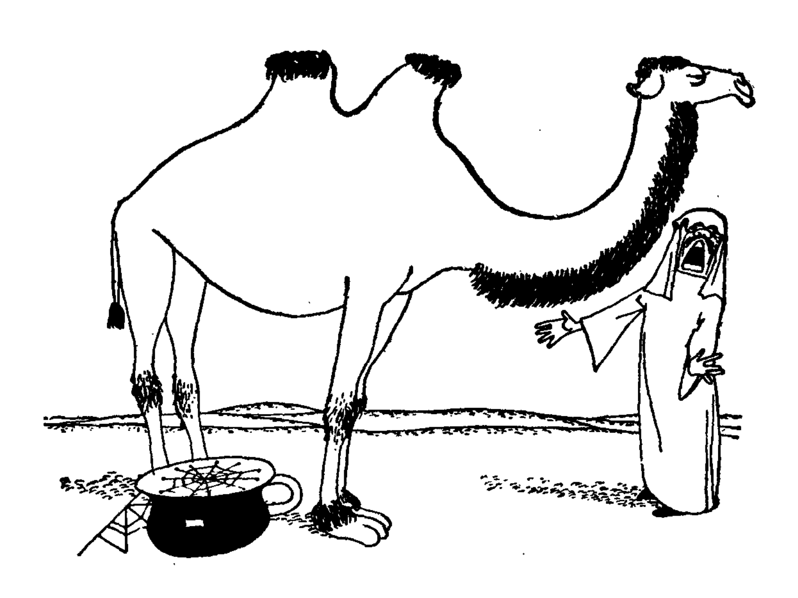
Самое узкое место производства мяса, молока, шерсти и других продуктов — недостаточная обеспеченность сельского хозяйства кормами с богатым содержанием белка. В организме животных белок из неорганических соединений не образуется. Всю потребность в белке сельскохозяйственные животные покрывают за счет растений, которые могут его синтезировать из различных неорганических азотсодержащих веществ. Однако растительные корма, за исключением бобовых культур, бедны белками. А это очень плохо. Ведь для производства тонны мяса корма, бедного белками, нужно гораздо больше, чем богатого. И если в корме белка мало, организм использует его целиком, зато остальные содержащиеся в нем питательные вещества усваиваются лишь частично. Поэтому для получения достаточного привеса приходится тратить огромные количества корма, отлично понимая, что часть их идет впустую. Вот почему ученые уже давно ведут поиски заменителей белка.

В настоящее время такие вещества созданы. И одно из них — мочевина, или карбамид. Для организма мочевина не является совершенно посторонним веществом. В процессе обычного расщепления белков возникает очень токсичное вещество — аммиак, который инактивируется печенью и в виде мочевины выводится из организма.

В Советском Союзе использование карбамида на корм скоту было начато еще в 1959 году. Попав в рубец жвачных, карбамид гидролизуется там в аммиак, из которого, в свою очередь, синтезируется микроб-

ный белок. Огромный объем рубца, достигающий иногда 100 литров, позволяет синтезировать значительные количества белка. Тонна карбамида дает прибавку в размере 8—10 тысяч литров молока, 1,8—2,1 тонны мяса или 120 килограммов шерсти.

Использование карбамида на корм скоту должно быть строго регламентировано. Его нельзя скармли-



вать в слишком больших количествах: микроорганизмы в этом случае не успеют полностью использовать весь образовавшийся аммиак, что приведет к отравлению. Карбамид нельзя давать отдельно от других кормов, так как микроорганизмам, живущим в рубце, для синтеза белков необходимо определенное количество энергии, которое они получают за счет использования клетчатки, крахмалов и сахаров. Кроме того, для синтеза белка необходимы витамины A и D, сера, фосфор, кобальт и другие минеральные вещества.

Использование мочевины в качестве кормовых

прибавок не является чем-то неожиданным. Об этом, как и в большинстве подобных случаев, гораздо раньше человека «догадалась» сама природа. Животные пустынь, обитающие в условиях очень суровой и скудной природы, постоянно сталкиваясь с острым недостатком воды и пищи, научились утилизировать отходы белкового обмена. У верблюда, когда он голодает, мочевина почти не выделяется почками. Она остается в организме и поступает в желудок, на микробную фабрику, где из нее синтезируется белок.

Широкое внедрение мочевины в колхозную и совхозную практику ограничивается ее большой токсичностью. Там, где отсутствует очень строгий, скрупулезный контроль за ее использованием, возможны случаи массового отравления скота. Поэтому сейчас ведутся поиски более безопасных заменителей белка.

Уже удалось выяснить причины, которые приводят к отравлению животных при скармливании мочевины. Оказывается, в рубце жвачных есть фермент уреаза, которая очень быстро гидролизует попавшую туда мочевину. Образовавшийся при этом аммиак угнетает микробов. Они приостанавливают питание, а тем временем скопившийся в большом количестве аммиак проникает в кровь и отравляет животное. Значит, чтобы обезопасить корову от отравления, необходимо или создать условия, мешающие ферменту уреазе осуществлять гидролиз, или усилить деятельность микроорганизмов.

Недавно в Советском Союзе были опробованы два новых заменителя белка: фосфорнокислая мочевина и глюкозилмочевина. Введение в молекулу мочевины фосфора, по мысли ученых, должно было помешать действию фермента уреазы, а также обезвреживать образовавшийся аммиак. Введение углевода в молекулу мочевины (второй заменитель белка) должно было снабдить «коровьих микробов» питанием, то есть обеспечить энергией для синтеза из мочевины настоящих белков. Оба вещества оказались значительно менее опасными, чем мочевина, и применение их дало очень хорошие результаты.

Есть и другие способы использования заменителей белка. Микроорганизмы можно выращивать на фермах и уже затем скармливать скоту. Это дороже, сложнее и менее эффективно, зато совершенно безопасно и позволяет улучшить питание не только жвачных. В лаборатории профессора Л. Д. Петрова за счет развития микроорганизмов на обогащенном карбамидом картофеле количество белка в среде за 48 часов увеличивается в 3 раза. Этот корм, богатый белковыми веществами, можно с успехом давать свиньям.

Итак, интересная особенность пищеварения жвачных животных натолкнула ученых на мысль о возможности обогащения естественных кормов белками с помощью микробного синтеза и позволяет надеяться, что в недалеком будущем большую часть кормов для сельскохозяйственных животных начнут производить не на колхозных полях, а в цехах заводов и фабрик.

КАСТРЮЛЬКИ БЫВАЮТ РАЗНЫЕ

У одноклеточных организмов нет специальных кастрюлек, чтобы готовить себе еду. Вокруг съеденного обеда у них образуется пищеварительная вакуоль, так сказать, временная кастрюлька, которая по окончании переваривания пищи исчезает.

Совсем иное дело более сложные организмы. Первые многоклеточные существа, появившиеся на нашей планете, — полипы и медузы — всего лишь живые кастрюльки. Сходство это не столько внешнее, сколько по существу. По виду-то они больше всего напоминают кисет, мешочек, состоящий из двух слоев клеток, с отверстием, через которое внутрь попадает пища и затем выбрасываются наружу все неудобоваримые остатки.

На попавшую в кастрюльку пищу специальные клетки выделяют особые вещества, под действием которых она слегка уваривается, распадаясь на отдельные кусочки. Они захватываются клетками внутренней стенки и довариваются уже здесь. Конечно, не

каждая клетка стенок котелка может дотянуться до лакомого кусочка, но клетки не эгоистки, они делятся пищей со своими голодными соседками. Да и сами клетки скреплены у этих животных не намертво. Они как бы очень медленно текут, меняясь местами. Возможно, насытившиеся клетки, накопившие запасы питательных веществ, оттесняются в сторону более голодными.

Дело значительно осложнилось, когда появились более высокоорганизованные существа. Переваривание пищи уже было освоено и не вызывало особых затруднений. Зато проблема доставки пищевых веществ до каждой клеточки тела была еще совсем не разработана. На первых порах эту функцию взяла на себя пищеварительная система. Попросту говоря, кишечник старался дотянуться до каждой клеточки тела.

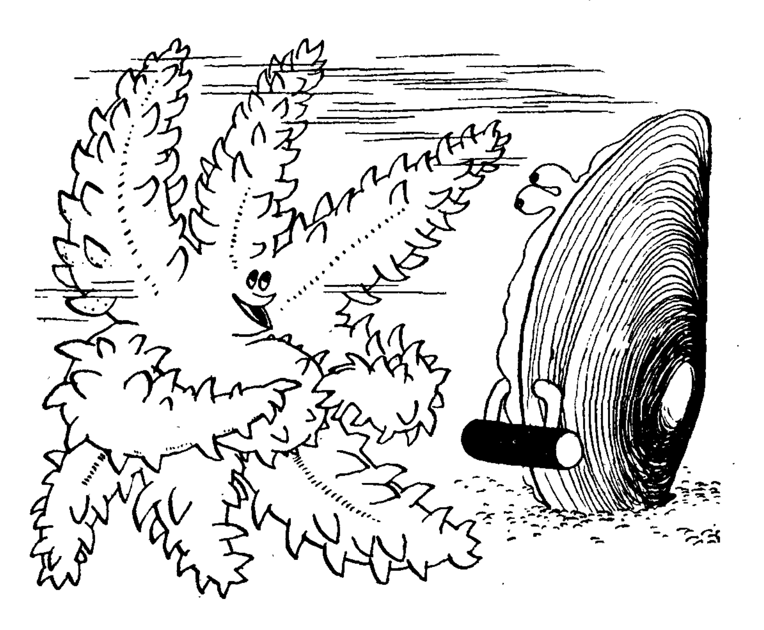
Так появились ветвистокишечные турбеллярии. Их огромный, как раскидистое дерево, кишечник служит основой, вокруг которой разрастается тело. Благодаря этому все клетки тела сыты. Конечно, система снабжения, занимающая чуть ли не $^{4}/_{5}$ объема тела, очень громоздка, и в дальнейшем природа по этому пути не пошла, строго разграничив функции пищеварения и снабжения.

Природа полна контрастов. Одновременно с опробованием огромных пищеварительных органов была предпринята попытка обойтись вовсе без них. Действительно, зачем они нужны? Не проще ли пищу облить пищеварительными ферментами и, дождавшись, когда она переварится, всосать готовые пищевые вещества?

Среди тех же турбеллярий есть совсем уж крохотные бескишечные животные. Единственный пищеварительный орган у них — глотка, которая выделяет пищеварительный сок на подвернувшуюся добычу, а затем всасывает полупереваренную пищу. Глотка упирается в пищеварительные паренхиматозные клетки, лишенные оболочек и ничем друг от друга не отграниченные, куда, как в большую амебу, попадают пищевые частички и здесь окончательно перевари-

ваются. Благодаря тому, что эти животные очень малы, все остальные клетки тела могут кое-как прокормиться.

Идея вынести кухню со всей ее грязной посудой и массой пищевых отходов наружу оказалась очень удачной, и многие животные с успехом используют



этот своеобразный метод. Особенно часто к нему прибегают крохотные личинки насекомых, живущие в тканях животных или растений. Слабеньким челюстям очень трудно прокладывать путь сквозь живые ткани. Выделение пищеварительных соков очень помогает: окружающие клетки размягчаются, и личинка, поедая готовый обед, понемногу продвигается вперед.

Этим способом пользуются и взрослые насекомые, втыкая острый стилет в листья или другие части растений и впрыскивая туда пищеварительные ферменты, под действием которых происходит разрушение клеточных структур и гидролиз крахмалов и полиса-

харидов в моносахара. Достаточно уварившееся варенье сластены с наслаждением сосут. Если насекомые предпочитают скоромную пищу, то вкалывают стилет в своих собратьев или в кого-нибудь еще и впрыскивают им под кожу капельку ферментов.

Выносить кухню наружу оказалось выгодно и для крупных животных. Во всех океанах земного шара живут морские звезды. Эти красивые и довольно медлительные животные — страшные хищники. Излюбленной пищей для них служат устрицы. На устричных банках морские звезды производят настоящие опустошения. Долгое время оставалось тайной, как неповоротливая морская звезда раскрывает плотно сжатые створки устрицы. Недавно удалось изучить охотничьи повадки хищника. Оказывается, морские звезды и не пытаются открыть створки раковины моллюска силой. Они поступают гораздо проще. Вывернув наизнанку свой желудок, звезда подкарауливает момент, когда устрица хоть немножко приоткроет раковину. Достаточно крохотной щелки в один миллиметр шириной, чтобы желудок оказался в домике моллюска. Теперь звезда без всяких помех может переваривать свою жертву в ее же собственном доме. А когда моллюск погибнет и створки его сами собой раскроются, нетрудно и «обглодать» дочиста всю внутреннюю поверхность раковины.

Некоторые современные животные предпочитают не связываться со стряпней, а подыскивают удобную «столовую» или недорогой «ресторанчик» и там постоянно питаются. Речь идет о гельминтах — кишечных паразитах. Эти вредные, отвратительные существа не озаботились приобретением каких-либо пищеварительных органов. Вернее, они просто постарались от них избавиться, так как их предки, несомненно, обладали какими-то из этих приспособлений.

Кишечные паразиты предпочитают жить на готовом, и это им легко удается. Оказавшись в кишечнике человека или животного, они сосут всем телом через покровы переваренную пищу, которую приготовил для себя их хозяин.

Впрочем, приспособиться к такой жизни, наверное,

не легко. Чтобы жить в кишечнике, они должны были научиться обходиться без кислорода и обзавестись такой прочной кутикулой (поверхностной оболочкой), которая надежно предохраняет их от переваривания пищеварительными соками хозяина, но не мешает всасывать переваренную ими пищу.

Кишечных паразитов абсолютными лентяями назвать, пожалуй, нельзя. Им все-таки приходится трудиться над всасыванием. В мире существуют и гораздо большие лентяи. Об одном из подобных лежебок у украинцев существует веселый анекдот.

Лентяя пригласили наняться в работники.

— А какая будет работа? — поинтересовался он.

— Совсем не тяжелая, — ответили ему, — галушки макать в сметану и глотать, макать и глотать.

— Нет, — ответил лентяй, подумав, — глотать... да еще макать, — и наотрез отказался от предложенной работы.

Вот такие же лежебоки обитают в глубинах океана. Это самцы глубоководных удильщиков.

Долгое время самцов и самок удильщиков ученые относили к совершенно разным видам, так как они непохожи друг на друга. Самцы значительно меньше самок и не имеют знаменитой удочки. Став взрослыми, они начинают мечтать о подруге и пускаются на ее поиски. От любви к будущей супруге удильщики совершенно теряют аппетит, во всяком случае, ничто другое им питаться не мешает. Однако они ничего больше в рот не берут, и, если не разыщут самки раньше, чем израсходуют все запасы подкожного жирка, гибнут от голода.

Разыскать подругу совсем не легко, удильщики — рыбы редкие, живущие в одиночку. Только немногие из выловленных самок имели при себе самцов. Понятно, что, если встреча все-таки произошла, самец очень боится лишиться подруги, поэтому, не теряя времени, вцепляется ей зубами в какое-нибудь мяконькое местечко да так и остается висеть на своей супруге. Постепенно он прирастает к самке, и несовместимость чужеродных тканей почему-то этому не мешает. Одновременно у него атрофируются органы чувств и поч-

ти все другие внутренние органы, в том числе и пищеварительная система, лишь семенники продолжают усиленно функционировать. Все необходимое: кислород и питательные вещества — супруг получает от самки с кровью. Лентяю даже всасывать пищу не нужно, ни макать, ни глотать, только распространить равномерно по всему телу.

Наружное пищеварение нередко приводит к курьезам. Если на такой путь становятся животные, имеющие достаточно хорошо развитые пищеварительные органы, то, естественно, встает вопрос: как использовать ставшие ненужными кастрюльки? Природа не терпит излишеств. Ненужные органы должны погибнуть или получить новое назначение. Такая судьба постигла пищеварительный тракт личинок мермисов, крохотных паразитических червей-нематод.

На странности пищеварения мермисов впервые обратил внимание немецкий исследователь Ганс Майснер. Он заметил, что пищевод у личинок очень узенький, а стенки его лишены какой-либо мускулатуры. Малютки нематоды питаются жидкой пищей, но вряд ли такой слабенький пищевод способен ее сосать. Правда, кто-то из коллег высказал предположение, что пища засасывается в пищевод вследствие особых капиллярных сил, которые заставляют ее саму плыть прямо в рот, и мермисам остается лишь держать его открытым.

Но Майснер был не в ладах с физикой и в капиллярные силы не верил. Зато с микроскопом ученый не расставался и был в конце концов вознагражден. Просматривая в который раз удивительную пищеварительную систему мермисов, он совершенно случайно обнаружил, что у личинок пищевод заканчивался слепо, с кишкой (у мермисов нет желудка, к пищеводу непосредственно примыкает кишка) не соединяется, и вообще кишка не имеет ни входа, ни выхода. Как питаются мермисы, ученый объяснить так и не смог. Только в наши дни удалось разгадать эту загадку.

Пищеварение у мермисов наружное. Никакая пища в пищевод маленьких нематод не попадает. Напротив, в окружающих его тканях вырабатываются

пищеварительные соки, которые постепенно просачиваются в пищевод, а из него попадают наружу. К ним добавляются ферменты, вытекающие из тела мермисов по специальным каналам в кутикуле — оболочке червя. Пищеварительные соки переваривают ткани хозяина, в которых живет личинка, а готовый обед всасывается прямо через кутикулу и разносится кровью по всему телу.

Зачем же в таком случае личинкам кишка? Оказывается, поступившая в кровь пища лишь частично расходуется на рост и другие нужды организма, а ее излишки поступают из крови в кишечник. Обратите внимание, пища переходит не из кишечника в кровь, как у всех порядочных животных, а совсем наоборот — из крови в кишечник.

Кишечник у мермисов не пустой. Его просвет заполнен специальными клетками. В них пищевые вещества откладываются в виде белковых и жировых гранул. Кишечник личинок используется как продовольственный склад. Став взрослыми, мермисы перестают питаться, расходуя заранее запасенные вещества на создание половых продуктов и на все прочие энергетические нужды. Без соответствующих накоплений размножение мермисов было бы невозможным.

Нередко кастрюльки используются не по назначению и у высших животных. У всех млекопитающих пищеварительная система начинается в полости рта, из которой выходит пищевод, впадающий в желудок, а дальше целая анфилада кастрюлек: двенадцатиперстная, тощая, подвздошная, слепая, ободочная, S-образная и прямая кишки. У человека они достигают в длину 8,5 метра, а у травоядных животных значительно длиннее. Из этой трубы в любом месте можно вырезать сантиметров 50—70, и пищеварение от этого не нарушится. Только первые 25—30 — двенадцатиперстную кишку — трогать нельзя. Животные, лишенные двенадцатиперстной кишки, гибнут в первые дни после операции, а те, кому удается пережить эти первые трудные дни, все равно умирают через 1—3 месяца. У них резко, иногда на 4 градуса, понижается температура тела, пропадает аппетит, они понемножку

худеют, сбавляя к концу 2—3-го месяца до 60 процентов своего первоначального веса, а затем гибнут.

Ученые пока окончательно не решили, в чем тут дело. Возможны два предположения: или исключение двенадцатиперстной кишки нарушает процесс пищеварения, или она, кроме своей основной пищеварительной функции, выполняет еще и другие, очень важные для организма. Наблюдения свидетельствуют в пользу второго предположения. Если удалить кишку не целиком, а оставить 3—4 сантиметра, оперированное животное не погибнет. Значит, не сама операционная травма, а отсутствие кишки вызывает гибель животного. Можно двенадцатиперстную кишку полностью исключить из пищеварительного процесса, не удаляя ее при этом из организма, а пищу пустить в обход. Такие животные живут как ни в чем не бывало. Значит, не участие в пищеварительном процессе важно, а какая-то другая функция. Видимо, двенадцатиперстная кишка является эндокринной железой, выделяющей в кровь очень важные, но еще неизвестные нам вещества.

Не менее интересна оборонительная роль печени голожаберных моллюсков. Это очень крупный орган, состоящий из многочисленных долек, протоки которых соединяются вместе и затем впадают в желудок. Железистые каналы печени пронизывают все тело моллюсков. На спине они входят в щупальцеобразные выросты и на их вершине открываются наружу. Именно в этих местах в эпителии канальцев находятся многочисленные стрекательные капсулы — грозное оружие обороны. Самое интересное, что стрекательные капсулы не принадлежат самим моллюскам, а берутся напрокат у поедаемых ими гидроидных полипов. В пищеварительном тракте моллюсков стрекательные капсулы не перевариваются и поступают в выросты печени. При этом капсулы не теряют способности выстреливать своими ядовитыми гарпунами при малейшем прикосновении к их хозяину — моллюску. Так оружие жертвы переходит в собственность победителя.

Очень своеобразную оборонную роль выполняет кишечник головоногих моллюсков. У кальмаров и каракатиц почти у самой порошицы (анального отвер-

стия) открывается проток чернильного мешка. Это большая грушевидная железа, выделяющая черную как чернила жидкость. Всего нескольких капель чернил достаточно, чтобы замутить воду. В этом и смысл железы. Подвергшийся нападению моллюск ставит «дымовую» завесу и под ее прикрытием исчезает в глубинах моря.

Многие моллюски умеют так выпускать свои чернила, что они, не смешиваясь с водой, повисают огромной каплей, напоминающей по форме ее создателя. Хитрый моллюск как бы подсовывает преследователю своего двойника.

Рассказ о кастрюльках следовало бы на этом и закончить, если бы ученые не столкнулись еще с одним удивительным существом, обитающим в глубинах Мирового океана. Речь идет о погонофорах, изучению которых в последние годы уделяется особенно много внимания.



Погонофоры были открыты и исследованы сравнительно недавно благодаря усилиям выдающегося ленинградского зоолога А. В. Иванова. По внешнему виду они больше всего напоминают длинных и тонких червей с тюрбаном щупалец на головном конце. Их бывает от 1 до 220. Иногда они спаяны в виде трубки или спирали. Живут погонофоры, как в норках, в длинных самостоятельно построенных трубках.

Погонофоры довольно развитые существа. У них есть и нервная и замкнутая кровеносная системы, и только пищеварительных органов обнаружить не удалось. И как обходятся без них погонофоры, никому пока не известно. Интересное предположение, объясняющее этот курьез, высказал Иванов. Он считает, что погонофоры пользуются внешним пищеварением. Вот как представляется ему этот процесс. Поймав подходящую добычу, животное скрывается с ней в своей трубке и там, опутав ее плотным слоем щупалец, создает, так сказать, импровизированную кастрюльку, в которую клетки, лежащие у основания щупалец, выделяют пищеварительные ферменты, а сами щупальца всасывают переваренную пищу.

Трудно судить, насколько это предположение отвечает действительности. Несомненно одно: пищеварение погонофор — еще одно удивительное изобретение природы.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Вторая половина августа. Еще тепло, но уже отчетливо чувствуется приближение осени: раньше стало темнеть, гуще встают по утрам туманы. Приметы близкой осени кругом: в лугах давно выросли душистые стога, первое золото засверкало в густой листве берез... Для колхозников наступила страдная пора — уборка урожая в самом разгаре. По всей стране, от Архангельска до обширных казахстанских степей, над полями с раннего утра стоит гул моторов. Прилавки магазинов завалены овощами и фруктами, с юга прибыл ранний виноград.

Особенно хорошо в эти дни в лесу. На веселых солнечных полянках и в тени вековых елей душистый аромат спелых ягод, в ложбинах пахнет грибами. По пятницам и субботам тысячи горожан с ведрами, корзинами, лукошками устремляются к пригородным поездам, а в понедельник над городом текут пряные



запахи — это хозяйки варят варенье, маринуют и сушат грибы.

У зверья в это время тоже идет уборка урожая. Без запасов многим не пережить долгую зимнюю бескормицу, и животные научились заблаговременно проводить заготовки. Лишь только стемнеет и на полях затихнет гул машин, нз своих нор осторожно выходят грызуны: мыши, полевки, хомяки тащат и тащат в свои подземные хранилища лучшее, отборное зерно. К зиме в каждой норе хомяка будет аккуратно сложено по 3—4 килограмма. Когда ударят холода и поля покроются снегом, маленьким тунеядцам не нужно бу-

дет вылезать на поверхность. Тепло, сытно, а главное, безопасно.

Лесные жители не отстают от своих собратьев. На краю поляны в густых ветвях засохшей елочки кто-то поразвесил грибы. Что это за грибник и почему сушит их в лесу? Да это рыжая проказница белка! Бегая по лесу, она то сунет в дупло спелый орех или желудь, то повесит на ветку грибок — зимой все пригодится.

Маленький полосатый зверек — бурундук любит запасать кедровые орешки. Только не всегда достаются малышу его припасы. Вкусные орешки нравятся всем, но выколупывать их из шишки — работа тяжелая. Косолапый хозяин тайги — медведь предпочитает разрыть кладовку бурундука и без хлопот позавтракать. А если зазевается кладовщик, то и его прихлопнет грабитель.

На горных лугах Алтая прекрасные травы. Здесь с наступлением осени появляются маленькие кучки сена. Приглядитесь внимательно к маленьким стожкам. Сено в них не набросано как попало, а аккуратно уложено. Здесь нет многих трав, растущих на лугу, а лишь наиболее вкусные и питательные. Владелец запасов — небольшой грызун сеноставка. С приближением осени у зверьков начинаются сеноуборочные работы. Нарезав лучшие стебли, зверьки разбрасывают их для просушки, а потом складывают в стожки. Превосходное сено на зиму обеспечено.

Пчелы начинают делать запасы уже с весны. Чуть только солнце пригреет почву и вокруг запестрят первые цветы, вылетают на сбор нектара и приступают к варке своего пчелиного варенья — меда. А приготовить его дело не легкое: сколько сырья нужно, да и квалификация поваров должна быть достаточно высокой, иначе стряпня не удастся.

Собранный с цветов нектар содержит 40—60 процентов воды. Пчелы должны так его «уварить», чтобы воды осталось не больше 20 процентов. Здоровая, сильная семья за сезон способна собрать 150—250 килограммов меда, а это значит, что 180—350 литров воды должно быть выпарено. Это не легко. Хорошо, если погода стоит теплая. При понижении температуры

пчелы массами собираются на сотах и своими телами согревают их.

Совсем готовый мед перегружается в специальную ячейку, запечатывается воском, и банка с вареньем готова. Здесь мед будет храниться до тех пор, пока не понадобится пчелиной семье. И если он хорошо приготовлен, то не забродит и не засахарится.

Почему пчелиное варенье способно храниться годами, ученым точно не известно. Обычно виновниками порчи любых продуктов, в том числе варенья и консервов, бывают микроорганизмы. Их уничтожают длительным кипячением, а посуду плотно запечатывают, чтобы они не смогли проникнуть извне. Пчелы предохраняют мед, не прибегая к кипячению. Он содержит какие-то вещества, губительные для микроорганнзмов. Это свойство использовалось в народной медицине: еще с древних времен медом лечили раны.

Еще труднее уберечь варенье от грабителей. Не удивительно, что хозяева зорко охраняют свое сокровище. Стража у летка не дремлет. При малейшей опасности туча защитнннков вылетает навстречу врагу и, не щадя собственной жизни, жалит его. Запах свежеоторванного жала служнт сигналом к бою, он возбуждает пчел, приводит их в ярость, и горе тому, кто в этот момент окажется вблизи улья. Даже топтыгин, косолапый хозяин лесов, случается, отступает перед их дружным натиском.

Кажется, нет такой силы, которая бы устояла против пчел. Но так велик соблазн полакомиться медом, что смельчаки находятся. Днем и ночью, в жару и в ненастье, силой или хитростью подбираются грабители к меду. Особенно страшны самые маленькие — насекомые. За ними просто не уследишь.

Человек борется с насекомыми с помощью химии. Моль отпугивают запахом нафталина. Травят насекомых ДДТ, хлорофосом и другими ядовитыми веществами. Пчелы изобрели химическую защиту на много тысяч лет раньше, чем придумал ее человек. В природе сколько угодно ядовитых растений. Пчелы прекрасно их знают и с некоторых собирают нектар. Ядовитый нектар может убить и самих пчел (хотя они к не-

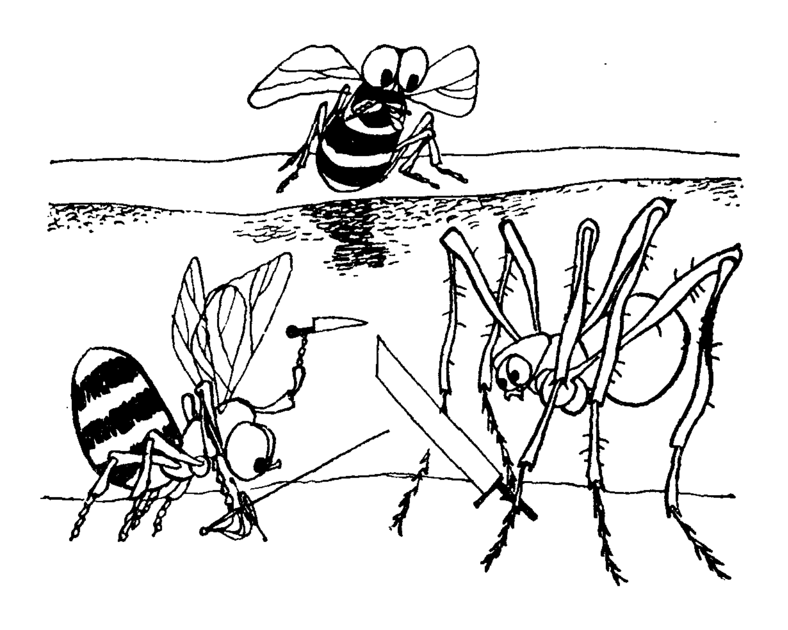
му не очень чувствительны), но в меде ядовитая прибавка находится в таких концентрациях, которые хозяевам варенья не опасны. Однако горе грабителям, наевшимся отравленного меда, они погибнут. Своевременно сделанная дезинсекция сохраняет пчелиной семье ее варенье.

Хищникам заготавливать корма гораздо труднее. Небольшие, чуть крупнее воробья, сорокопуты-жуланы нанизывают на шипы колючих кустарников жуков, ящерок, молоденьких лягушек и сушат их на солнце. Никому не известно, делают ли они это от избытка кормов или действительно запасают на черный день. Самодельный пеммикан — малосъедобная пища. Делать настоящие мясные консервы умеют очень немногие.

Оригинальный способ заготовки продовольствия изобрели наездники. Собственно говоря, они заботятся не о себе, а о потомстве. Маленьким нежным личинкам необходим живой корм, но их мамам вовсе не улыбается перспектива нянчить и выкармливать своих детей. Они стараются обеспечить потомство жильем и продовольствием, а от личных встреч предпочитают воздержаться.

Жилище для детей построить не трудно. Это глубокая норка, вход в которую мать впоследствии тщательно заделает. Труднее с пищей. Как сохранить ее свежей, ведь в норке нет холодильника. Наездники научились делать консервы. Найдя подходящую гусеницу, паука, жука или его личинку, заботливая мать набрасывается на добычу. Борьба бесполезна. Оседлав свою жертву, хищница вонзает жало, и победа обеспечена. Безжизненную добычу оса переносит в норку, откладывает на ее тело одно или несколько яичек, запечатывает норку, и... до свидания, дорогие малыши, живите как знаете.

Добыча пролежит в норке до тех пор, пока из яичка вылупится личинка, и за это время не испортится. Дело в том, что консервы — живые. Наездники, нападая на свою жертву, наносят ей удар не куда попало, а в строго определенное место. Жало, пронзив тело, доходит до ганглиев нервной системы и, как из



шприца, впрыскивает туда капельку яда, вызывая паралич. Некоторые делают свои консервы только из пауков. Даже такие архиопасные существа, как тарантулы, и те не смогли избежать этой печальной участи. Чтобы справиться с грозной добычей и обезопасить себя и свое потомство, наезднику нужно сначала положить паука на лопатки (только матери могут быть так самоотверженны) и, вонзив жало в нужное место, парализовать нервный ганглий, управляющий ядовитыми щупальцами. Затем победительница, уже не торопясь, жалит паука теперь уже в грудь, чтобы вызвать общий паралич своей жертвы.

Борьба с пауком для осы настолько опасна, что многие из них не решаются напасть сами, а предпочитают подождать, когда это сделает кто-нибудь из товарок и, улучив момент, пока победительница ищет подходящую норку, украсть уже готовые консервы или отложить на них свое яичко.

Запаса вполне достаточно. Мать откладывает свои яички так, чтобы личинки в первую очередь

поедали те части жертвы, отсутствие которых не вызовет ее смерти. Когда добыча окажется съеденной на $1/2$—$3/4$, она будет еще жива.

Живые консервы хорошо сохраняются. Они лучше, питательнее тех, которые изготовляем мы. Люди подобного консервирования пока еще не освоили.

Не менее оригинальны консервы, которыми питаются личинки некоторых пород галловых мух. Взаимоотношения между родителями и детьми галловых мух являются, вероятно, самым ярким примером самоотверженности родителей: консервами для своих детей у галловых мух становится мать.

Жизнь этих насекомых протекает так. Весной из яичек вылупляются личинки галловых мух. Они никогда не станут взрослыми, но успеют все же обзавестись потомством. Яичек личинки не откладывают, они остаются в теле матери и там развиваются. А когда из них выведется 8—13 крохотных дочурок, они понемногу, не торопясь, прямо изнутри съедят свою мать и только после этого покинут ее пустую шкурку. Не нужно обвинять их в неблагодарности и жестокости, ведь и в их теле, в свою очередь, будет подрастать десяток «нежных» дочек, которым мамы отдадут себя до конца. Только осеннее поколение личинок-мам избежит гибели от челюстей личинок-дочек. Это последнее поколение личинок благополучно превратится в куколок, из которых выведутся взрослые галловые мухи. Весной взрослые мухи отложат яички, и все начнется сначала.

ФАБРИКА-КУХНЯ

Пройдитесь по улицам большого города, и вы непременно встретите специализированные гастрономические магазины: диетические и детского питания. Здесь продают продукты для больных и малышей. Детским желудочкам не под силу справиться с тем, что едим мы, взрослые. И приходится варить молочные кашки, протирать овощи, делать паровые котлеты. Точно так же поступают и животные. На что

уж наш городской воробей зерноядная птица, а настанет время выкармливать птенцов, и он хоть и морщится брезгливо, но тащит своим детишкам червяков, мошек и всяких прочих козявок.

Если бы дело заключалось только в неспособности детских желудков переваривать всякую пищу, природа бы без труда нашла решение такой простой задачи. Вот, к примеру, волчата: в их желудках не вырабатываются ферменты, способные переваривать мясо. Родителей это ничуть не смущает. Взрослые волки отправляют пойманную добычу в собственные желудки, а когда она там достаточно упреет, отрыгивают и этим полупереваренным мясом, обильно пропитанным желудочным соком, кормят волчат. Так что малыши получают не только продукты питания, но и желудочный сок для их дальнейшей обработки. Аналогичным образом могли поступать любые животные, но это все равно не решило бы проблемы. В пище взрослых может недоставать каких-либо важных для растущего организма веществ, поэтому-то у каждого вида животных для выращивания малышей используются свои особые продукты детского питания.

Пища детей должна отвечать многим требованиям: содержать абсолютно все необходимое для нормального роста и развития, легко перевариваться в их желудочках, иметься в достаточных количествах и поступать без всяких перебоев. Даже богатой на выдумки природе справиться с этой задачей оказалось не легко.

В конце концов решение проблемы было найдено, но для этого пришлось родителей снабдить фабрикой-кухней или, точнее, молокозаводами: на земле появились млекопитающие! Эта революция имела очень далекие последствия.

Возникшая у далеких предков млекопитающих животных способность вскармливать детенышей молоком (лактация) и связанная с ней живорождаемость определили весь дальнейший ход эволюции животных на нашей планете. Этим была обеспечена очень высокая выживаемость потомства, что, в свою

очередь, позволило резко сократить количество детенышей. Молодое поколение застраховано от капризов погоды. Ни холод, ни засуха, ни проливные дожди, даже временная бескормица детенышам млекопитающих не страшны. Пока в теле матери сохранится хоть капля жира, фабрика молока будет работать нормально. У некоторых млекопитающих самки, пока выкармливают детей, вообще ничего не едят. Так поступают наши бурые мишки. Медвежата у них рождаются еще зимой, задолго до того, как мать покинет берлогу.

Длительная совместная жизнь детенышей и родителей, то есть появление семьи, значительно изменило характер эволюции млекопитающих. Детеныши млекопитающих чаще выживают у наиболее приспособленных родителей, которые лучше умеют добывать корм, лучше обороняться. А так как дети обычно бывают похожи на родителей, то в конечном счете выживают наиболее приспособленные детеныши. Это ускорило темп эволюции.

Совсем иное дело рыбы и амфибии. Родители по силе и выносливости могут быть олимпийскими чемпионами среди себе подобных, а по уму профессорами, но нередко случается, что их икра или молодь, пока она еще беспомощна, нацело погибает, а потомство глупых, менее приспособленных родителей может выжить. Вот и протекает эволюция низших животных медленно, не торопясь.

Возникновение у млекопитающих семьи создало условия для того, чтобы их эволюция пошла по новому пути.

У всех зверей выживают в первую очередь самые быстроногие, самые зубастые. Для млекопитающих гораздо большее значение приобрел ум, развитие головного мозга. Ведь родители не только кормят и охраняют своих детей, но и учат их разыскивать корм, спасаться от врагов. Они передают детям то, что сами почерпнули от своих родителей и чему научила их потом жизнь. Это дает возможность млекопитающим накапливать и из поколения в поколение передавать накопленный опыт. Естественно, ча-

ще выживают более способные, более умные ученики. Поэтому в первую очередь совершенствуется мозг.

Ни у кого из животных развитие мозга не шло такими быстрыми темпами. Это дало млекопитающим решительное преимущество перед другими классами животных и обеспечило дальнейшее прогрессивное развитие вплоть до появления самого высшего существа нашей планеты — человека. Таким образом, не будет преувеличением говорить, что молоко явилось предпосылкой для возникновения человечества.

Сейчас трудно сказать что-нибудь определенное о том, как возникла лактация. Неясно даже, с чего начался этот процесс: с возникновения живорождения и был вызван необходимостью обеспечить маленьких беспомощных детенышей подходящим для них питанием или, наоборот, появление лактации дало толчок к возникновению живорождения. Видимо, все-таки первично возникла лактация. Во всяком случае, среди современных млекопитающих есть и такие, кто откладывает яйца. Это знаменитые утконос и ехидна. Детей же они, как и все порядочные млекопитающие, выкармливают молоком.

Гораздо больше сведений о происхождении молочных желез. Оказывается, они не что иное, как сильно видоизмененные потовые железы. У предков современных млекопитающих каждая крохотная молочная железа (а их было очень много) открывалась прямо наружу, никакого соска у них еще не было. Аналогично устройство молочных желез у современных утконосов. У них около 200 железок открывают свои протоки на определенном участке кожи живота, носящем название молочного поля. Утконос дал ученым особенно убедительные доказательства, что молочные железы произошли от потовых. По всему телу этого животного разбросаны потовые и сальные железки, протоки которых открываются наружу в непосредственной близости от волосяных влагалищ, и только на молочном поле в этом комплексе: волосяное влагалище, сальная и потовая железы,

последняя заменена молочной. Выделяющееся из железок молоко стекает по специальным жестким «молочным» волосам, откуда его и слизывают малютки утконосы.

У высших млекопитающих отдельные железки собираются в компактные образования, пронизанные выводными каналами, соединяющимися в один или несколько общих выводных протоков.

Молочная железа может достигать внушительных размеров. Вспомните, как велико вымя у коров молочных пород. Но даже молочные породы скота, специально выведенные человеком в течение тысячелетий, не рекордсмены в этом отношении. У обыкновенных мышей вес молочных желез составляет 7, а при заполнении их молоком 20 процентов от веса тела. Это показывает, что выбор для производства молока именно коров не во всех отношениях удачен. Кстати, в научно-исследовательских целях уже созданы и успешно работают электродоильные аппараты для белых мышей. Теперь в некоторых крупных питомниках, где разводят этих животных, можно дегустировать этот напиток.

Сформировавшаяся молочная железа высших животных снабжена специальным двигательным аппаратом, миоэпителием. У кенгуру и других сумчатых животных детеныш рождается таким слабеньким, что ему только-только хватает сил доползти до соска и уцепиться за него. В таком положении он и проводит первые месяцы жизни. Молоко выдавливается ему в рот при сокращении специальной подкожной мышцы.

Так же впрыскивают молоко своим детям китихи и другие водные животные. Детеныши рождаются у них большими и сильными, но под водой сосать не так-то просто. Вот мамам и приходится помогать.

Механизм работы молочных желез характерен для всех экскреторных (выделительных) органов. И в почках, и в слюнных, и в потовых, и в молочных железах сначала в просвет канальцев просачи-

вается жидкость, очень похожая по составу на обычную межклеточную, состоящую из воды и небольшого количества натрия. Затем натрий или просто забирается обратно, как это происходит в почках, или обменивается на осмотически активные вещества, на белки, сахара или на различные элементы: калий, кальций, марганец и другие, как это происходит в молочной железе.

Молоко всех животных содержит белки, жиры, особый, свойственный только молоку углевод — лактозу, кальций, натрий, марганец, хлор, калий и много других минеральных веществ, витамины, гормоны. Иными словами, абсолютно все, что может потребоваться молодому растущему организму. Все это есть в любом молоке, но только в различных пропорциях. У животных, детеныши которых растут очень быстро, в молоке особенно много белка и жиров. Самое жирное молоко, содержащее свыше 53 процентов жира, у тюленей и серых китов. Благодаря этому китенок ежедневно прибавляет в весе по 100 килограммов! Около 25 процентов жира в заячьем молоке. Пользуясь этим, зайчихи кормят своих детенышей не чаще чем два-три раза в неделю. По сравнению с этими животными женское и коровье молоко кажется просто обезжиренным, в нем всего 3—6 процентов жира. Зато женское молоко самое сладкое. В нем около 7 процентов молочного сахара (лактозы). В этом отношении с ним может соперничать лишь молоко кобыл.

Длительность лактации различна. Обычно чем продолжительнее беременность, тем длительнее лактация, но от этого правила много отступлений. Утконос насиживает яйца всего 13—14 дней, а детеныши питаются молоком 3—4 месяца. То же самое наблюдается у сумчатых: беременность у них длится всего несколько дней, а лактация несколько месяцев. У морских свинок, наоборот, беременность продолжается два месяца, а кормят молоком они всего 10—12 дней. Еще более разительна эта разница у тюленя, который вынашивает детенышей 275 дней, а молоком они питаются только 14—17.

У большинства животных продолжительность лактации можно значительно увеличить. Это широко используется в животноводстве. Ведь дикие коровы лактируют более короткий период, чем домашние.

Особенно разительны случаи длительной лактации у человека. В некоторых районах Полинезии принято, чтобы женщины кормили грудью своих детей в течение первых 6 лет их жизни, а у эскимосов еще дольше, нередко до 15 лет. Способность к такой продолжительной лактации свойственна отнюдь не только каким-то отдельным национальностям. В магометанских странах невольницы гаремов, а они могли быть представительницами самых различных наций, десятками лет использовались как кормилицы и выкармливали за это время грудным молоком весьма многочисленное потомство своих повелителей.

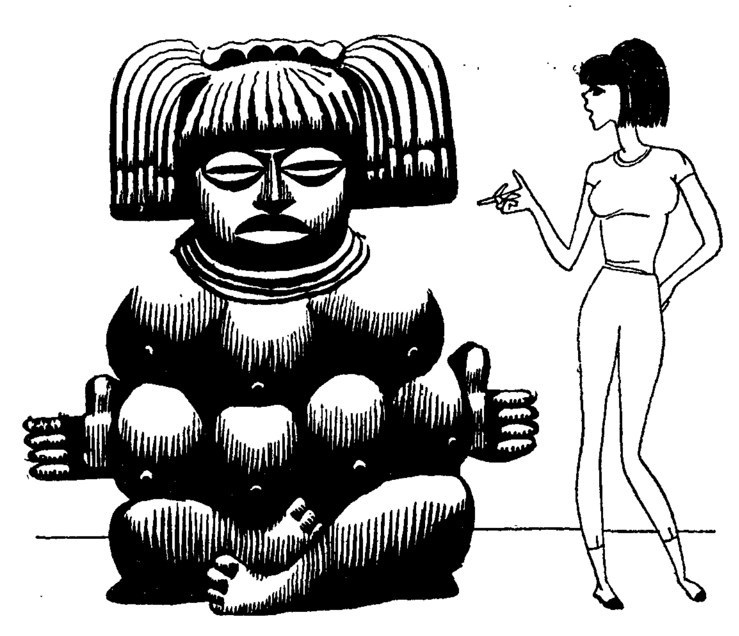
У каждого вида высших млекопитающих строго определенное число молочных желез. Человеку от природы дано две, но иногда возникают дополнительные железки, которые обычно большого развития не получают. У некоторых народов дополнительные молочные железы встречаются особенно часто. Их имеет почти каждая четвертая или пятая японка.

О возможности появления дополнительных молочных желез знали еще в древности. Недаром фригийцы изображали Великую мать богов и всего живущего на Земле, богиню Кибелу, олицетворяющую плодородие, в виде молодой женщины с семью грудными железами. Впрочем, каждая современная женщина капельку Кибела. Ученые нашли крупные железки, расположенные у женщин на шее, которые во время беременности гипертрофируются и начинают усиленно секретировать. Такой же характер носят подмышечные железы. Секрет, выделяемый ими во время беременности и после родов, по внешнему виду напоминает молоко и в нем содержатся микроскопические образования, сходные с молозивными тельцами, которые в этот период продуцируются и главными молочными железами.

Начало функционирования и даже развитие мо-

лочных желез связаны с беременностью и родами. Только у человека внешний размер молочных желез достигает значительной величины еще задолго до наступления первой беременности. Ученые предполагают, что эта особенность выработалась у человека путем естественного отбора. Видимо, даже очень далекие наши предки, человеко-обезьяны, уже были эстетами и выбирали себе жен с красивой фигурой. Очевидно, еще в те времена девушки с плоской, как у мужчины, грудью имели меньше шансов выйти замуж, чем пышногрудые красавицы. Так, передаваясь из поколения в поколение, этот признак закрепился и стал своеобразной особенностью человека.

Работа молочных желез может начаться у человека задолго до наступления беременности. Очень часто наблюдается припухание молочных желез и и выделение «ведьмина молока» у новорожденных. Объясняется это проникновением (еще до рождения)



из крови матери гормонов, стимулирующих лактацию.

Молочные железы есть не только у самок, но и у всех самцов. Зачем они нужны самцам, ответить никто не может. Более бесполезный орган придумать трудно. Недаром в народе бытует поговорка: сколько с быком ни биться, а молока от него не добиться! Действительно, на протяжении десятков миллионов лет существуют молочные железы самцов, существуют без всякой видимой пользы.

Но скажем прямо, глубокая убежденность в недееспособности молочных желез самцов необоснованна. У многих млекопитающих молочные железы самцов хотя и не достигают полного развития, но в определенные периоды жизни проявляют признаки роста и даже секреторную активность. Мало того, существуют животные, у которых молочные железы самцов развиваются так же, как и железы самок, и в период размножения самцы, как и самки, секретируют молоко. Выделение молока самцами известно у утконосов и родственных им животных. Интересно отметить, что молоко это пропадает впустую, так как самцы никакого участия в выкармливании детенышей не принимают.

Зачатки мужских и женских молочных желез у многих млекопитающих вполне идентичны. Поэтому с помощью определенных эндокринных воздействий мужские железы можно заставить полноценно функционировать. В медицинской практике известно немало случаев, когда вследствие заболевания эндокринных органов у мужчин начинали функционировать молочные железы. Мало того, известны случаи, когда у вполне здоровых мужчин под влиянием сосания возникала лактация. Так что попытка раздоить быка может оказаться не безнадежной.

Очень широко известно, что ни рыбы, ни лягушки, ни змеи, ни тем более птицы продуцировать молоко неспособны. Недаром птичье молоко стало синонимом абсолютно невозможного, нереального, по сравнению с чем все остальное кажется осуществимым. Не случайно, когда мы хотим подчеркнуть, что

готовы для друзей на все, даже совершить невозможное, мы говорим:

— Кроме птичьего молока, проси все, чего хочешь.

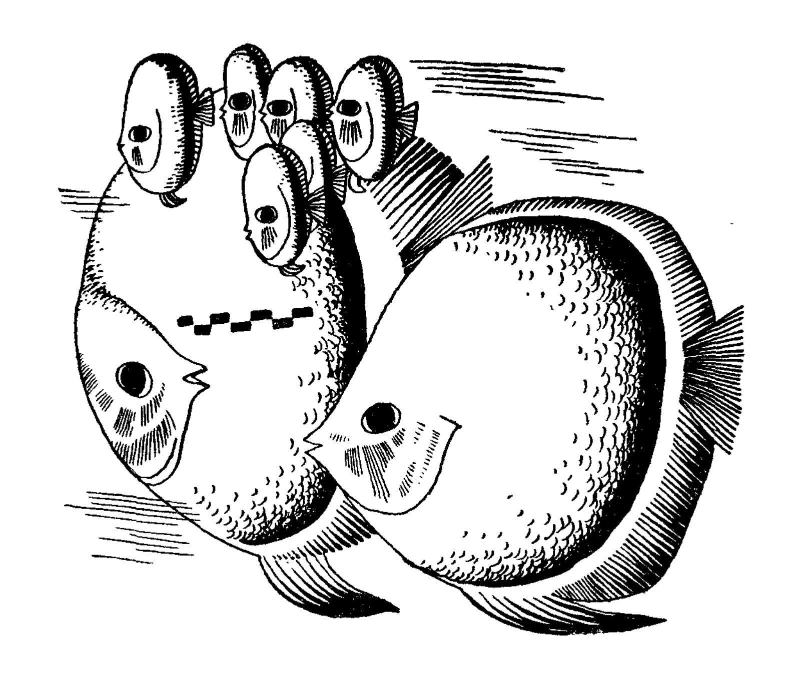
Нельзя сказать, чтобы природа до появления на Земле млекопитающих не делала никаких попыток обеспечить детенышей остальных животных родительским молоком. Подобных попыток известно немало. Так, у многих кровососущих мух личинки до превращения в куколку развиваются внутри тела матери в своеобразной матке и кормятся секретом специальных желез, в котором содержатся белки, жиры и другие питательные вещества.

У наших медоносных пчел есть специальные «молочные железы», расположенные под челюстями. Железы развиваются лишь у рабочих пчел. Они особенно интенсивно функционируют с четвертого до восьмого дня жизни, и на это время пчела становится кормилицей в своей многочисленной семье.

Пчелиное молочко настолько питательно, что позволяет матке откладывать в день до двух тысяч яичек. Приплод одного дня может весить больше, чем их производительница, а она при этом нисколько не худеет. Курице, чтобы сравняться в этом отношении с пчелиной маткой, пришлось бы откладывать в день по 50 яиц. Вот какой превосходный корм — пчелиное молочко.

Термиты и муравьи кормят своих личинок и даже яйца слюной. Не удивляйтесь, яички этих насекомых, как и яйца всех других животных, конечно, не имеют ни рта, ни желудка. Просто кормилица беспрерывно облизывает их. Слюна и содержащиеся в ней питательные вещества проникают сквозь оболочку внутрь. Яйцо на глазах набухает, увеличиваясь в размере в три, в четыре раза.

Есть фабрика-кухня и у рыб. Круглые, как блин, дискусы, живущие в Амазонке, выкармливают мальков желтоватой слизью собственного тела. Первые сутки только что вылупившиеся малыши лежат на листе какого-нибудь растения, а когда проголодаются, набрасываются на охраняющую их мать и объеда-

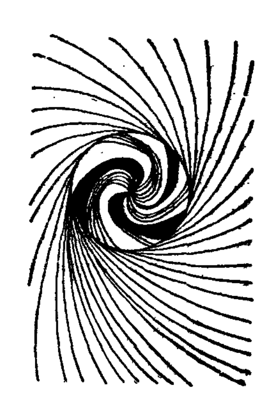


ют с ее тела всю слизь. Сытые крошки обратно на лист больше не возвращаются. Прикрепившись к остаткам слизи, они повисают гроздьями на спине и боках своей матери и с комфортом путешествуют в подводном царстве. Когда же наступает время следующей кормежки, самка зовет на помощь самца и стряхивает ему на спину проголодавшихся детей. Так по очереди, сменяя друг друга, выкармливают заботливые родители свое многочисленное потомство, и только много позже мальки начинают питаться самостоятельно.

Как известно, большинство птиц очень заботливые родители. Вот кому молоко могло бы особенно пригодиться. И как это ни прозвучит невероятно, птичье молоко все-таки существует. Продуцировать его способны только голуби. Птичье молочко — беловатая жидкость образуется у голубей в зобе в результате своеобразного перерождения его стенок.

Этим молочком, смешанным обычно с размоченным зерном, кормят родители своих детенышей. У голубей молочко вырабатывается обоими родителями, и оба они могут выкармливать птенцов. Другая особенность голубиного молочка в том, что в его образовании есть известное сходство с образованием молока млекопитающих: и у тех и у других в регуляции производства молока важную роль играет гормон гипофиза — пролактин.

ВЕНТИЛЯЦИЯ



ЭЛЕМЕНТ ЖИЗНИ

Для создания новых молекул, а в конечном итоге для построения новых клеток нужна энергия. Не меньше ее расходуется и на работу отдельных органов и тканей. Все энергетические затраты организма покрываются за счет окисления белков, жиров и углеводов, попросту говоря — сгорания этих веществ.

Для окисления необходим кислород. Доставкой его и заняты органы дыхания. У человека эту функцию выполняют легкие. Однако не следует называть дыханием ритмические движения грудной клетки, в результате которых воздух то засасывается в легкие, то выдавливается наружу. Это еще не само дыхание, а всего лишь транспортировка необходимого для него кислорода.

Сущностью дыхания являются окислительные процессы, которые лишь отдаленно напоминают горение и ни в коей мере не могут быть с ним отождествлены. При обычном горении кислород непосредственно присоединяется к окисляемому веществу. При биологическом окислении белков, жиров или углеводов у них отнимается водород, который, в свою очередь, восстанавливает кислород, образуя воду. Запомните эту схему тканевого дыхания, нам еще придется к ней вернуться.

Окисление — важнейший способ получения энергии. Вот почему астрономы, изучая планеты солнечной системы, в первую очередь стараются узнать,

есть ли на них кислород и вода. Там, где они имеются, можно ожидать существование жизни. Недаром радостная весть о первой в мире мягкой посадке советской межпланетной станции «Венера-4» на планету Венера была омрачена сообщением, что в ее атмосфере практически нет свободного кислорода, очень мало воды и температура достигает 300 градусов.

Однако унывать не стоит. Даже если на Венере и нет совершенно никаких следов жизни, для этой планеты еще не все потеряно. Можно поселить в верхних слоях ее атмосферы, где не так жарко, примитивные одноклеточные растения, которые потребляли бы углекислый газ и продуцировали кислород. Очень высокая плотность венерианской атмосферы позволит крохотным одноклеточным существам плавать в ней, не падая на поверхность планеты. С помощью таких организмов в конечном итоге удалось бы коренным образом измеиить газовый состав атмосферы Венеры.

Эта задача для зеленых растений вполне по силам. Ведь и наша земная атмосфера в том виде, какой мы ее знаем, создана живыми организмами. Сейчас растения Земли ежегодно потребляют 650 миллиардов тонн углекислого газа, при этом они продуцируют 350 миллиардов тонн кислорода. Когда-то и в земной атмосфере кислорода было значительно меньше, чем теперь, а углекислого газа гораздо больше. Нужно только запастись терпением. Нескольких сотен миллионов лет будет, вероятно, вполне достаточно, чтобы в корне преобразовать атмосферу Венеры. Есть основания предполагать, что к тому времени и температура на этой планете значительно снизится (ведь и на Земле было когда-то горячо). Тогда земляне смогут чувствовать себя там совсем как дома!

ОТДЕЛ СНАБЖЕНИЯ

Чтобы жить, необходимо где-то достать кислород, а затем снабдить им каждую клеточку организма. Большинство животных нашей планеты черпают кислород из атмосферы или извлекают кислород, раство-

ренный в воде. Для этого используются легкие или жабры, а затем уже кровь доставляет его во все уголки организма.

Может на первый взгляд показаться, что извлечение кислорода из воды или воздуха — наиболее сложная часть задачи. Ничуть не бывало. Животным не пришлось придумывать никаких специальных приспособлений. Кислород проникает в протекающую по легким или жабрам кровь лишь благодаря диффузии, то есть потому, что в крови его меньше, чем в окружающей среде, а газообразные и жидкие вещества стараются распределиться так, чтобы их содержание всюду было одинаковым.

Природа не сразу додумалась до легких и жабр. Первые многоклеточные живые организмы их не имели, они дышали всей поверхностью тела. Все последующие более развитые животные, в том числе и человек, хотя и приобрели специальные органы дыхания, но способность дышать кожей не утратили. Лишь звери, одетые в броню: черепахи, броненосцы, крабы и им подобные — не пользуются этой привилегией.

У человека в дыхании принимает участие вся поверхность тела, от самого толстого эпидермиса пяток до покрытой волосами кожи головы. Особенно усиленно дышит кожа на груди, спине и животе. Интересно, что по интенсивности дыхания эти участки кожи значительно превосходят легкие. Так, например, с одинаковой по размеру дыхательной поверхности кислорода здесь может поглощаться на 28, а выделяться углекислого газа даже на 54 процента больше, чем в легких.

Чем обусловлено такое превосходство кожи над легкими, неизвестно. Возможно, тем, что кожа дышит чистым воздухом, а свои легкие мы проветриваем плохо. Даже при самом глубоком выдохе в легких остается известный запас воздуха далеко не лучшего состава, в котором значительно меньше кислорода, чем бывает в наружной атмосфере, и очень много углекислого газа. Когда мы делаем очередной вдох, вновь поступающий воздух смешивается с уже находящимся в легких, и это сильно снижает качество послед-

него. Не мудрено, если в этом и кроется преимущество кожного дыхания.

Однако доля участия кожи в общем дыхательном балансе человека по сравнению с легкими ничтожна. Ведь общая ее поверхность у человека едва достигает 2 квадратных метров, тогда как поверхность легких, если развернуть все 700 миллионов альвеол, микроскопических пузырьков, через стенки которых и происходит газообмен между воздухом и кровью, составляет по меньшей мере 90—100, то есть в 45—50 раз больше.

Дыхание через наружные покровы тела может обеспечить кислородом только очень небольших животных. Поэтому еще на заре возникновения животного царства природа примеривала, что бы для этого использовать. Прежде всего выбор пал на органы пищеварения.

Кишечнополостные животные состоят всего из двух слоев клеток. Наружный извлекает кислород из окружающей среды, внутренний из воды, свободно поступащей в кишечную полость. Уже плоские черви, обладатели более сложных пищеварительных органов, пользоваться ими для дыхания не могли. И вынуждены были оставаться плоскими, так как в большом объеме диффузия не способна обеспечить кислородом глубоко лежащие ткани.

Многие из кольчатых червей, появившихся на Земле вслед за плоскими, тоже обходятся кожным дыханием, но это оказалось возможным только потому, что у них уже появились органы кровообращения, которые разносят кислород по всему телу. Впрочем, некоторые кольчецы обзавелись первым специальным органом для извлечения кислорода из окружающей воды — жабрами.

У всех последующих животных аналогичные органы строились в основном по двум схемам. Если кислород нужно было получать из воды, то это были специальные выросты или выпячивания, свободно омываемые водой. Если кислород извлекался из воздуха, это были вдавления, от простого мешка, каким является дыхательный орган виноградной улитки или

легкие тритонов и саламандр, до сложно устроенных, похожих на виноградные гроздья блоков микроскопических пузырьков, какими стали легкие млекопитающих.

Условия дыхания в воде и на суше сильно разнятся друг от друга. При самых благоприятных условиях в литре воды содержится всего 10 кубических сантиметров кислорода, тогда как в литре воздуха его 210, то есть в 20 раз больше. Поэтому может вызвать удивление, что дыхательные органы водных животных не могут извлекать из столь богатой среды, какой является воздух, достаточного количества кислорода. Устройство жабр таково, что они могли бы успешно справляться со своей задачей и на воздухе, если бы их тоиенькие пластинки, лишенные опо́ры, которую дает вода, не слипались бы между собой и, лишенные защиты, не подсыхали. А это вызывает прекращение циркуляции крови и тем самым приостановку дыхательной функции.

Интересно происхождение дыхательных органов. Природа для их создания использовала то, что было опробовано еще у очень низкоорганизованных существ: кожные покровы и органы пищеварения. Жабры морских червей всего лишь сильно усложненные выросты наружных покровов. У всех позвоночных животных жабры и легкие по своему происхождению являются производными передней кишки.

Очень своеобразна дыхательная система насекомых. Они решили, что не стоит сильно осложнять вопрос. Проще всего дать возможность воздуху непосредственно добираться до каждого из органов, где бы они ни располагались. Осуществляется это очень просто. Все тело насекомых пронизано системой сложноветвящихся трубочек. Даже мозг и тот изрешечен воздухоносными трахеями, так что у них в буквальном смысле слова в голове гуляет ветер.

Трахеи, ветвясь, все уменьшаются в диаметре, пока не станут совсем тонелькими, благодаря чему они могут подойти буквально к каждой клеточке тела, и здесь нередко распадаются на пучок уж совсем мельчайших трахеол, диаметром менее одного мик-

рона, которые входят прямо в протоплазму клеток, так что кислород у насекомых доставляется прямо к месту назначения. Особенно много трахеол в клетках, которые усиленно потребляют кислород: в крупных клетках летательных мышц они создают целые сплетения.

Воздухоносные пути насекомых могут сами разыскивать места, где кислорода становится мало. Так ведут себя трахеолы эпидермиса, крохотные, диаметром меньше одного микрона и длиной не больше трети миллиметра, слепо заканчивающиеся трубочки. Когда вблизи них появляются участки тканей, интенсивно потребляющие кислород, окружающие трахеолы начинают тянуться, увеличиваясь в длину нередко на целый миллиметр.

На первый взгляд кажется, что насекомые удачно решили проблему снабжения кислородом, только практика этого не подтверждает. Сильный сквознячок в их теле способен быстро высушить насекомое. Чтобы этого не произошло, отверстия трахей открываются лишь на очень короткий срок, а у многих водных насекомых они вообще запечатаны. В этом случае кислород путем диффузии через покровы тела или жабры просачивается в воздухоносные пути и распространяется дальше по ним тоже путем диффузии.

Крупные сухопутные насекомые дышат активно. 70—80 раз в минуту мышцы брюшка сокращаются, оно уплощается, и воздух выдавливается наружу. Затем мышцы расслабляются, брюшко принимает прежнюю форму, а воздух засасывается внутрь. Интересно, что для вдоха и выдоха чаще всего используются разные дыхательные отверстия, вдох осуществляется через грудные, выдох через брюшные.

Нередко главные дыхательные органы не в состоянии выполнить свою задачу. Это наблюдается у животных, которые переселились в крайне бедную кислородом или вовсе несвойственную для них среду. И тут уж чего-чего не привлекает природа в помощь основным дыхательным органам.

В первую очередь широко используются и модернизируются уже испытанные средства. На юге нашей

Родины широко известна небольшая рыбешка — вьюн. Встречается она нередко в пересыхающих на лето ручьях, в старицах, полностью утративших связь с рекой. В таких водоемах дно обычно илистое, масса гниющих растений, и поэтому в жаркое летнее время в воде очень мало кислорода. Чтобы не задохнуться, вьюнам приходится «питаться» воздухом. Попросту говоря, они его едят, заглатывают и, как пищу, пропускают через кишечник. Пищеварение идет в передней части кишечника, дыхание в задней.

Чтобы пищеварение меньше мешало дыханию, в средней части кишечника находятся особые секреторные клетки, которые обволакивают слизью приходящие сюда пищевые остатки, благодаря чему они очень быстро проскакивают через дыхательную часть кишки. Точно так же дышат две другие наши пресноводные рыбы, голец и шиповка. Вряд ли выполнение одним органом двойной функции (дыхания и пищеварения) удобно. Видимо, поэтому у большого отряда пресноводных рыб из тропической Азии появил-





ся дополнительный дыхательный аппарат — лабиринт — система очень сложно переплетающихся каналов и полостей, расположенных в расширенной части первой жаберной дуги.

Ученые не сразу поняли значение лабиринта. Знаменитый Кювье, который, препарируя анабасов, впервые обнаружил и окрестил этот загадочный орган, предположил, что в лабиринте рыбы держат воду, когда вылезают из водоема. Анабас любит попутешествовать, легко переползая из одного водоема в другой.

Не помогли разъяснить функцию и наблюдения за рыбами в природе. Английский зоолог Коммерсон, первым из европейцев встретившийся с довольно крупной рыбой — гурами, которую местное население издавна разводило в прудах, назвал ее Osphromenus olfacs, что в переводе с латыни означает Нюхатель обоняющий. Наблюдая за рыбами, англичанин видел, что они беспрерывно поднимались к поверхности

и, высунув наружу рыло, втягивали воздух. В те времена никому и в голову не могло прийти, что рыбы дышат воздухом! Вот Коммерсон и решил, что гурами всплывают наверх, чтобы выяснить, чем пахнет на белом свете.

Много позже, когда они попали к аквариумистам Европы, стало понятно, что лабиринтовые рыбы дышат воздухом. Жабры у них недоразвиты, и лабиринт играет видную роль в обеспечении кислородом. Обходиться без воздуха они не могут. Если их посадить в аквариум с самой чистой, богатой кислородом водой, но лишить возможности всплывать к поверхности и набирать воздух, лабиринтовые рыбки попросту «захлебнутся» и «утонут».

Нелегко дышится и лягушкам, легкие у них далеко не первого сорта, вот и приходится им порой изощряться. В 1900 году в Габоне (Африка) была поймана волосатая лягушка. Это известие всколыхнуло весь научный мир. В ученых кругах считалось точно установленным, что волосяной покров — прерогатива млекопитающих. Лягушки же, как известно, «ходят» голые. Было непонятно, почему у габонских модниц бока и лапы покрыты шерстью. Трудно было предположить, что им холодно. Ведь если даже наши северные лягушки, живущие чуть ли не у Полярного круга, не мерзнут, то почему стало холодно их африканским сестрам?

Секрет лягушачьих манто существовал недолго. Стоило взглянуть на странную шерсть в микроскоп, как стало ясно, что это простые выросты кожи. Такая «шерсть» греть, конечно, не может, да в Габоне и не бывает холодов. Последующие исследования показали, что волосы выполняют у лягушек функцию своеобразных жабр, с помощью которых они дышат и в воде и на суше. Шерсть растет только у самцов. В период размножения на их плечи ложится немалая физическая нагрузка, и, не будь у них «волос», одышка и недостаток кислорода помешали бы ее выполнить.

Еще интереснее дыхание илистого прыгуна. Живет эта рыба в тропической Индии и не столько в во-

де, сколько в грязи. Рыбки скорее сухопутные существа. Они могут совершать по суше большие путешествия и даже отлично лазают по деревьям. На берегу эти рыбы дышат хвостом, кожа которого имеет сильно разветвленную кровеносную сеть.

В процессе изучения дыхания илистых прыгунов произошла забавная ошибка. Попросту говоря, прыгуны оказались злостными обманщиками. Ученые подметили, что хотя большую часть дня рыбки проводят на суше, где в основном и добывают себе пищу, ловко хватая пролетающих мимо насекомых, но полностью расставаться с водой не любят. Чаще всего они сидят по краям лужи, опустив в воду хвосты. Прыгнув за пролетавшей мимо бабочкой, рыбка пятится назад, пока не опустит хвост в воду.

Наблюдая такие сценки, ученые решили, что с помощью хвоста прыгун извлекает из воды кислород. Однако, когда догадались замерить количество кислорода, содержащегося в воде, увидели: его там так мало, что не имеет смысла и хвост мочить. Как теперь выяснилось, с помощью хвоста прыгун сосет воду, которая ему очень нужна, чтобы увлажнять остальные части тела, выделять достаточное количество слизи. В это время через хвост он кислорода почти не получает. Зато, когда, запасшись достаточным количеством воды, он покидает водоем, хвост становится главным дыхательным аппаратом.

Умбра, или, как ее у нас называют, рыба-евдошка, дышит плавательным пузырем. Живет она в Молдавии в низовьях Днестра и Дуная. Плавательный пузырь у евдошки связан с глоткой широким протоком. Высунувшись из воды, рыба наполняет воздухом пузырь. Он густо оплетен кровеносными сосудами, и кислород легко проникает здесь в кровь. Отработанный воздух, насыщенный углекислым газом, умбра время от времени выплевывает. Дыхание через плавательный пузырь для умбры не забава. Если ее лишить возможности заглатывать воздух, она проживет не больше суток.

Не только для умбры, но и для многих рыб воздух совершенно необходим, правда, по другой причи-

не. Мальки большинства рыб, вылупившись из икринки, обязательно должны сделать хоть один вдох. Вот почему рыбы чаще всего мечут икру в неглубоких местах. Иначе у слабеньких малышей не хватит силенок, чтобы всплыть на поверхность. Воздух малькам нужен для того, чтобы наполнить им плавательный пузырь. Через несколько дней проток, соединяющий пузырь с пищеводом, зарастет, и рыбешки, лишенные возможности произвольно уменьшать свой удельный вес, погибнут от переутомления.

У открытопузырных рыб проток плавательного пузыря не зарастает. Эти рыбы до глубокой старости сохраняют способность заглатывать новые порции воздуха, когда собираются плавать у поверхности, и выдавливать излишек, если им хочется спуститься на глубину. Но, видимо, подниматься к поверхности не всегда безопасно, и поэтому рыбы чаще пользуются другим способом, чтобы поддерживать количество газов в пузыре на нужном уровне. Этот способ — активная секреция газов с помощью газовой железы.

Еще на заре изучения дыхания возникло предположение, что кислород, поступивший в легкие, захватывается стенкой альвеол, которая затем секретирует его в кровь. Теория эта впоследствии не оправдалась. Дело не в том, что подобные явления невозможны, просто в легких они оказались ненужными. Для плавательного пузыря закрытопузырных рыб этот способ оказался единственно возможным. Основным рабочим органом железы является чудесная сеть, состоящая из трех последовательно соединенных капиллярных сплетений. Подсчитали, что объем крови, который может поместиться в чудесной сети, невелик, около одной капли, зато площадь сети огромна, ведь она состоит из 88 тысяч венозных и 116 тысяч артериальных капилляров, общая длина которых равняется без малого километру. Кроме того, железа имеет множество канальцев. Считается, что секрет, который она выделяет в просвет пузыря, распадается там, выделяя кислород и азот.

Благодаря тому, что газ в плавательном пузыре создается железой, а не берется из атмосферы, его

состав сильно отличается от наружного воздуха. Чаще всего там преобладает кислород, иногда его бывает до 90 процентов.

ВОДОЛАЗНЫЕ СКАФАНДРЫ И АКВАЛАНГИ

Более чем две трети нашей планеты покрыто морями и океанами, и только одну треть составляет суша. Необозримые водные просторы давно привлекали внимание людей, и нет ничего удивительного, что еще в древности люди предпринимали попытки проникнуть в их толщу, но лишь в начале XIX века удалось создать водолазный костюм, позволивший подолгу находиться под водой и дышать за счет нагнетаемого с поверхности по специальному шлангу воздуха. Позже был изобретен кессон, представляющий собой колокол, обращенный отверстием вниз. Колокол опускается на дно, и под него накачивается воздух. Находящиеся в колоколе люди могут вести необходимые подводные работы.

Даже у водолаза, не говоря о кессонных рабочих, радиус действия под водой очень небольшой, ограниченный длиной шланга, по которому поступает воздух. Естественно, что поиски ученых продолжались. Совсем недавно, уже в нашем веке, удалось создать акваланг — автономный водолазный аппарат с баллонами сжатого воздуха или кислорода для свободного передвижения под водой на значительные расстояния.

Примерно с такой же проблемой столкнулись животные, когда им пришлось переселиться в жидкую среду. Некоторые из них шли тем же путем, что и люди, и на десятки миллионов лет предвосхитили создание водолазных приспособлений.

В отличие от людей животным пришлось нырять не только в воду, но и во всякие другие жидкие среды, где кислород мог совершенно отсутствовать, поэтому нередко единственным выходом было брать воздух извне. Примерно в таком же положении ока-

зались паразиты, живущие в теле животных и растений.

Крохотная личинка одного из паразитических насекомых живет в теле крупной африканской саранчи. Проникает этот маленький хищник внутрь своей жертвы через одну из трахеальных трубочек дыхательного аппарата насекомого. Первое время личинка питается стенками своего помещения и быстро растет. Скоро ей становится тесно, и она, проделав в стенке трахеи отверстие, как бы ныряет в ткани хозяина. Но там нечем дышать, а личинке нужен воздух. И тогда она поступает, как ныряльщики на всех морях земного шара: заводит себе дыхательную трубку. Проделав в твердой хитиновой оболочке жертвы отверстие, она прикладывает к нему задний конец брюшка, из которого вскоре вырастает дыхательная трубка. Так, получая воздух через трубку, как водолаз через шланг скафандра, и живет личинка в теле саранчи. Дыхательная трубка понемногу растет, что позволяет личинке проникать все глубже и глубже. Трубка может стать раза в два длиннее самой личинки.

Легко растяжимый и очень длинный сифон, как настоящий водолазный шланг, имеют личинки еристалис. Живут они на дне водоемов, зарывшись в ил. Если водоем в этом месте очень мелок, личинки имеют возможность, не вылезая из ила, выставлять на поверхность воды свой шланг и преспокойно дышать.

Предки водяных насекомых были наземными животными. Переселение в воду иногда не влекло за собой никаких существенных изменений в их дыхательной системе. Дышат они только воздухом. Единственное приспособление к водной среде выразилось в способности делать запасы воздуха, как поступают аквалангисты, отправляясь в подводное странствие. У жуков-плавунцов эти запасы помещаются под надкрыльями, а у гладышей на брюшке. Пузырьки воздуха удерживаются с помощью особых не смачиваемых водой волосков. Отверстия дыхательной системы находятся в местах прикрепления воздушных пузырь-

ков; из этих резервуаров и черпают насекомые необходимый для жизни кислород.

То же самое относится и к паукам. Подавляющее большинство из них — характерные наземные животные, дышащие при помощи особых легочных мешков. Тем замечательнее единственный в нашей фауне перебежчик в водную стихию из этого отряда животных — водяной паук серебрянка. Тело его покрыто мелким несмачиваемым пушком. Когда паук погружается в воду, к пушку пристают мельчайшие пузырьки воздуха, покрывая все тело сплошной воздушной оболочкой. В воде эта оболочка блестит, и паук становится похож на живой шарик ртути. Кроме того, выставляя из воды кончик брюшка, паук забирает более крупный пузырек воздуха и, придерживая его задними лапками, отправляется в царство Нептуна.

Среди водных растений паук натягивает нити своей паутины точно так же, как это делают его наземные сородичи. Сначала паутина имеет плоский вид. Но по мере того как паук переносит под нее пузырьки воздуха, она начинает выпячиваться, принимая форму наперстка. Получается миниатюрный кессон. В этом кессоне и проводит большую часть жизни паук. Здесь же самка откладывает яички, из которых выводятся молодые паучата.

Сходство с аквалангом и кессоном чисто внешнее. Происходящие здесь процессы гораздо сложнее. Пузырьки воздуха, которые несут на себе насекомые, с одной стороны, являются запасными резервуарами, а с другой — помогают извлекать кислород из окружающей воды. Это приспособление даже получило специальное название — физические легкие.

В воде, как известно, растворены все газы, входящие в состав воздуха, в количестве, пропорциональном их концентрации в атмосфере. По мере того как насекомое дышит, концентрация кислорода в воздушном пузырьке уменьшается, и, когда станет меньше 16 процентов, в воздушный пузырек начинается диффузия кислорода, растворенного в воде. Таким образом, запас кислорода в пузырьке все время пополняется.

Если расход кислорода небольшой, например когда насекомое находится в состоянии покоя, физическое легкое может обеспечить потребность в кислороде в течение неограниченно долгого времени. Если же расход кислорода велик, диффузия его из воды не может своевременно восполнять потерю, процентное содержание кислорода в воздушном пузырьке резко уменьшается, а процентное содержание остальных газов (и в первую очередь азота) повышается и делается значительно большим, чем это обычно бывает в воздухе. Поэтому азот начинает растворяться в воде. Объем воздушного пузырька уменьшается за счет расхода части кислорода на дыхание и растворения азота в воде, насекомое вынуждено всплывать на поверхность для пополнения своих запасов.

Количество воздуха, которое насекомое может унести на себе, невелико, и, если бы не происходило пополнения запасов кислорода из воды, его хватало бы очень ненадолго. Это отчетливо проявляется в тех случаях, когда диффузия газов невозможна. Например, если поместить плавунцов и гладышей в кипяченую воду, они вскоре погибнут, так как в кипяченой воде нет никаких растворенных газов и, следовательно, пополнять запасы кислорода неоткуда.

То же самое произойдет, если посадить этих насекомых в воду, в которой растворен только кислород, и в качестве запаса дать тот же кислород в чистом виде. Запаса хватит не больше чем на полчаса, так как в таких условиях диффузия идти тоже не будет. Обычно же гладыши могут находиться в воде, не пополняя запаса воздуха 6 часов. Так благодаря диффузии кислорода из воды в воздушный пузырек продолжительность пребывания насекомых в воде без возобновления запаса воздуха увеличивается во много раз.

Мелкие насекомые, расход кислорода у которых невелик, могут очень долго не пополнять запас воздуха. Причем, оказывается, они не так страдают от уменьшения запасов кислорода, как от убыли из воздушного пузырька азота. Если водяного клопа посадить в воду, насыщенную кислородом, предвари-

тельно тонкой кисточкой убрав под водой воздушные пузырьки и заменив их пузырьками из чистого азота, то насекомые долгое время будут чувствовать себя нормально, так как в пузырек азота очень скоро из воды выделится достаточное для дыхания количество кислорода.

Некоторые насекомые не могут сами всплывать на поверхность за возобновлением запасов воздуха. На тюленях паразитирует несколько родственных между собой видов вшей, которые никогда не покидают своего хозяина и поэтому пополнять запасы воздуха могут только тогда, когда тюлень выходит из воды. В связи с этим они в разной степени приспособлены для длительного пребывания в воде. У видов, живущих на теле тюленя, грудь и брюшко покрыто широкими чешуйками, позволяющими удерживать большое количество воздуха. У видов, живущих только на голове тюленя, таких чешуек нет. Но им и не нужен большой запас, так как тюлень сам дышит воздухом и поэтому очень часто высовывает из воды голову.

Физическими легкими пользуется икра лабиринтовых рыб, для которой родителям приходится сооружать специальную постройку, так называемое гнездо. Оно строится из пузырьков воздуха, заключенных в слюнообразную жидкость. Окруженная лишь тонкой пленкой жидкости, икра, плавая среди воздушных пузырьков, получает достаточное количество кислорода. Убыль кислорода пополняется из воздуха.

Полиакант, живущий в более богатой кислородом среде, строит свои гнезда не на поверхности, а где-нибудь под широким листом подводного растения, под камнем или корягой. Раз в воде есть кислород, физические легкие будут работать и на глубине. Интересно, что полиакант строит свое гнездо в любое время года, а не только в период размножения и пользуется им сам, дыша воздухом из гнезда. Это позволяет рыбе не подниматься на поверхность, где может подстерегать опасность, а оставаться у дна в густых зарослях растений, в завалах коряг. Полиакант забирает из своих кладовых воздух, богатый

кислородом, а взамен для обогащения кислородом и очистки от углекислоты возвращает пузырек азота с примесью углекислого газа. Только когда в гнезде станет мало азота, полиакант поднимается на поверхность, чтобы пополнить свои запасы.

В ПОИСКАХ КИСЛОРОДА

Наша планета очень богата кислородом. Видимо, эта доступность объясняет, почему животные не научились запасать его в достаточно больших количествах. Только очень немногие обитатели Земли способны делать существенные запасы кислорода, зато по мелочам запасают довольно часто.

Кровь находится в капиллярах альвеол всего две секунды, но этого вполне достаточно, чтобы установилось кислородное равновесие между воздухом альвеол и кровью. Однако какое ничтожное количество кислорода может при этом раствориться в крови! Всего-навсего 0,003 кубического сантиметра в кубическом сантиметре плазмы крови. Чтобы обеспечить животное необходимым количеством кислорода, при этом способе снабжения пришлось бы почти в 100 раз увеличить объем легких и количество протекающей по ним крови. Совершенно ясно, что осуществить подобный проект оказалось очень трудно.

Природа пошла по другому пути, снабдив кровь веществом, которое легко вступает в реакцию с кислородом и, таким образом, удерживает его в гораздо больших количествах, чем он мог бы содержаться в простом растворе. Чтобы ткани тела смогли воспользоваться запасенным кислородом, это вещество должно при необходимости очень легко с ним расставаться. Таким веществом является гемоглобин. Он обладает обоими, совершенно необходимыми для дыхания свойствами. Когда кровь оказывается в легких, где кислорода много, гемоглобин немедленно вступает в контакт с кислородом. Благодаря этому кубический сантиметр крови уносит с собой 0,2 куби-

ческого сантиметра кислорода, то есть 20 процентов от объема крови, и затем отдает его тканям тела.

Более мощные запасы кислорода потребовались отдельным органам, главным образом мышцам. В организме многие мышцы работают ритмично по нескольку часов подряд. Это мышцы ног, крыльев, жевательные, а дыхательные и мышца сердца никогда не прерывают своей работы. Оказалось, что на ходу снабжать их кислородом практически невозможно. Когда мышца сокращается, сосуды в ней пережимаются, и кровь по ним следовать не может.

В это время мышца дышит за счет запасов кислорода, созданных с помощью особого мышечного гемоглобина. Он очень похож на гемоглобин крови. Единственное существенное отличие в том, что мышечный гемоглобин гораздо легче захватывает кислород и более крепко его держит, отдавая только тогда, когда в окружающей среде кислорода станет совсем уж мало. В сердечной мышце теплокровных содержится 0,5 процента мышечного гемоглобина, что позволяет на каждый грамм мышцы запасать 2 кубических сантиметра кислорода. Вполне достаточное количество, чтобы обеспечить нормальную работу мышцы в момент прекращения кровотока.

Водные млекопитающие и водоплавающие птицы, которым приходится подолгу находиться под водой, превратили мышцы, в первую очередь самые важные, в еще более мощные склады кислорода, насытив их большим количеством мышечного гемоглобина. Это дает возможность кашалотам на 30—50 минут погружаться в воду и проплывать за это время большие расстояния. Еще дольше — 1,5—2 часа может находиться под водой аллигатор.

Кислорода в атмосфере нашей планеты очень много, а убыль его постоянно восполняют зеленые растения. Казалось, что человеку никогда не придется столкнуться с его недостатком. С большим огорчением приходится признать, что эти надежды не оправдались.

Несколько лет назад в Японии столкнулись с необходимостью иметь запасы кислорода даже в усло-

виях обычных повседневных дел. По улицам Токио и других крупнейших городов страны движется нескончаемый поток автомобилей, отравляющий воздух углекислым и угарным газами. Такой воздух, хотя кислорода в нем еще достаточно, для дыхания людей становится непригодным.

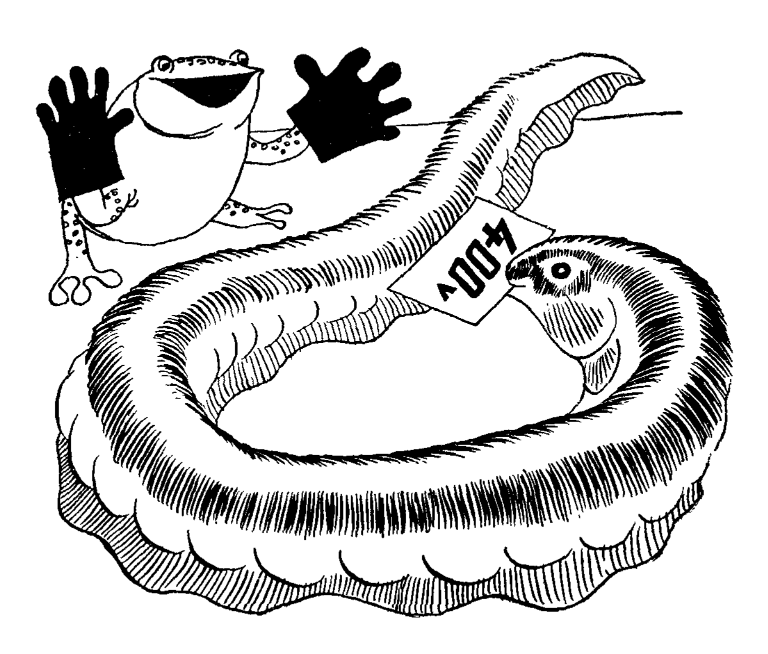
Полицейские, которые по роду службы работают на улице, не в состоянии выстоять целую смену. Чтобы избежать тяжелых отравлений, их приходится снабжать кислородом. Уже давно в полицейских участках и на важнейших постах стоят баллоны со сжатым газом, чтобы постовые могли время от времени отдышаться. А сейчас на улицах Токио начали устанавливать кислородные приборы и для прохожих, наподобие наших автоматов для продажи газированной воды. Опустив в автомат монетку, каждый теперь может получить порцию кислорода и слегка проветрить легкие.

На Земле найдется немало мест, где кислорода очеиь мало или вовсе нет. Чаще всего в этом повинны сами живые существа. Особенно много потребляют кислорода бактерии. Один миллиграмм их за час способен «сжевать» 200 кубических миллиметров кислорода. Следует сказать, что работающая мышца такого же веса за это время потребляет только 20, а во время покоя и того меньше — всего 2,5 кубического миллиметра кислорода. Из-за активной деятельности бактерий и более крупных микроорганизмов многие закоулки нашей планеты становятся малопригодными для жизни, и животным приходится всячески изощряться, чтобы освоить и эти экологические ниши.

Одну из таких ниш приспособили для жилья электрические угри. Обитают эти крупные рыбы в болотах и небольших реках Южной Америки. В период дождей реки здесь становятся бурными, а через болота катятся потоки мутной воды. Бегущие струи богаты кислородом, и всем обитателям подводного царства дышится легко. Зато когда период дождей сменяется засухой, реки быстро мелеют, превращаясь в цепочки плохо соединенных между собой озер, а бо-

лота начинают пересыхать. В неглубоких лужах, прогретых лучами тропического солнца, загнивают растения, бешено размножаются микроорганизмы, потребляя кислород быстрее, чем он диффундирует из воздуха. Всем обитателям воды становится трудно дышать, у них появляется одышка.

Только электрический угорь чувствует себя отлично, кажется, что он совсем не страдает от недостатка кислорода, да и пищи вволю. Всех обитателей «заморного» водоема так и тянет к тому месту, где он поселился. О живых электростанциях у нас еще будет специальный разговор. Сейчас скажем только, что электрические угри не гоняются за своей добычей. В коричневой, как кофейная жижа, воде не видно даже кончика собственного носа. Что-либо поймать здесь можно только случайно. Угри убивают добычу не глядя, не разбирая толком, что за дичь на-



ходится вблизи, мощными ударами электрического тока.

В чем притягательная сила угрей? Может, они занимают самые лучшие места водоема? Ничуть не бывало, просто страшные рыбы обогащают кислородом окружающую воду. Разряд электрического тока напряжением до 600 вольт способен разлагать воду на составные части: кислород и водород. К этой-то живительной струйке и тянутся со всех сторон измученные недостатком кислорода рыбы.

Во время электрического разряда разложение воды происходит также и в теле самого угря. Образовавшийся кислород тут же разносится кровью по всему телу, зато от водорода приходится освобождаться. Он через жабры выделяется наружу и длинными струйками крохотных пузырьков поднимается к поверхности воды. Выделение водорода выдает индейцам-охотникам местонахождение опасного хищника, и они спешат уничтожить истребителя рыб, чтобы самим не лишиться рыбного стола.

Рядом с угрями в водоемах Южной Америки живет другая интересная рыба — лепидосирен. Она обитает даже в полностью пересыхающих болотах. Здесь и в период дождей с кислородом бывает туговато. Взрослые рыбы от недостатка кислорода не страдают. Их плавательный пузырь превратился в парный дыхательный орган. Они дышат воздухом. Но как сохранить в такой воде икру? У лепидосирен возникла прямо-таки уникальная форма заботы о потомстве — снабжение икры кислородом. Эту функцию выполняет самец. Как только наступает период дождей, он подыскивает на дне небольшую, но по возможности глубокую ямку или какую-нибудь норку и приводит туда свою подругу. Когда икра отложена и оплодотворена, самка спокойно уплывает, оставляя потомство на попечение отца.

С наступлением периода размножения самцы лепидосирен одеваются в брачный наряд. В это время у них на брюшных плавниках отрастают необычайно длинные нитевидные отростки. Очень интересное зрелище являет собой расфуфыренный самец, когда

он ухаживает за самкой или, опустив плавники к самой икре, охраняет гнездо. Брачное убранство самцов предназначено не только для привлечения самки, плавники выполняют роль шлангов, по которым к икре подается кислород. Временные отростки плавников очень богаты сосудами, это позволяет кислороду из крови рыб выходить в окружающую воду.

Если самцу для гнезда удастся найти вполне подходящее место, то снабжение кислородом обеспечить не трудно. Ямка или норка должны находиться на неглубоком месте и быть резко отграничены от остального водоема. Тогда самцу удобно, оставаясь над гнездом, хватать с поверхности воздух, максимально обогащая кровь кислородом, чтобы он интенсивнее выделялся в воду. Если детская достаточно миниатюрна, то в неподвижной стоячей воде болота легко насытить кислородом свое гнездо.

В водоемах есть еще один источник кислорода. Это зеленые растения. Если их мало и выделяемого ими кислорода недостаточно, чтобы насытить воду, приходится обращаться непосредственно к зеленым друзьям. Многие насекомые именно так и поступают. Иногда они скапливаются на растениях в очень большом количестве, ведь здесь концентрация кислорода должна быть более высокой.

Нередко на растениях можно найти крохотные пузырьки кислорода. Жуки макроплеа собирают эти пузырьки, как мы в лесу грибы, и лапками подносят к усикам. Через некоторое время пузырек исчезает, видимо, жуки дышат усами. Если на растениях пузырьков газа нет, жуки подрезают растения и ждут, когда из воздухоносных путей выделится воздух. Так же поступают водяные слоники.

Личинки жуков донициа и макроплеа делают на растениях надрезы и присоединяют к ним дыхальца брюшка. Другие насекомые втыкают в растение стилет и сосут кислород из межклеточного пространства. Богатые кислородом межклеточные пространства — излюбленные места для окукливания.

Еще сообразительнее оказались гусеницы бразильских парапониксов. Они строят себе дом из ку-

сочков зеленых растений и по мере отмирания обновляют их. Благодаря этому днем на свету в гнездах парапониксов всегда много кислорода, зато ночью, чтобы не задохнуться от выделяемого растениями углекислого газа, гусеницам приходится вылезать наружу.

Ничтожно мало кислорода в желудке и кишечнике позвоночных. Но и здесь его научились добывать существа, которым показалось тесно под солнцем. Среди них не последнее место занимает личинка желудочного овода, живущая в пищеварительном тракте лошадей. Как и все насекомые, личинка имеет для дыхания трахейную систему, только, может быть, более мощную и более разветвленную, чем у ее наземных собратьев, и красные органы — парное образование, состоящее из большого числа крупных красных клеток. К каждой клетке подходит трахеальный стволик и разветвляется в ее протоплазме на множество трахеол.

Как функционируют красные органы, пока еще не совсем ясно, но что они играют главную роль в обеспечении личинки желудочного овода кислородом, не подлежит сомнению. Об этом свидетельствует большое количество гемоглобина, который и придает клеткам красный цвет, причем его сродство с кислородом, то есть способность вступать в соединение при самых небольших концентрациях этого газа, в сотни раз выше, чем у млекопитающих.

Очень распространенный обитатель кишечника млекопитающих животных — аскариды. Еще недавно считали, что они научились обходиться без кислорода. Однако, к удивлению ученых, в теле свиной аскариды было обнаружено два сорта гемоглобина, который сосредоточен в двух местах, в стенке тела и в парентеральной жидкости, заполняющей полость тела. Наружный гемоглобин в 2500, а внутренний даже в 10 000 раз медленнее расстается с захваченным кислородом, чем гемоглобин свиньи.

Для чего аскариде гемоглобин, если она может обходиться без кислорода? Теоретические расчеты показывают, что система из двух гемоглобинов с на-



растающей жадностью к кислороду может быть идеальным его переносчиком, особенно в условиях значительного кислородного дефицита.

Еще более низко организованные животные, и в первую очередь бактерии, не имеют гемоглобина и поэтому не могут активно извлекать кислород из окружающей среды. Между тем судьба нередко забрасывает их туда, где кислорода ничтожно мало или он полностью отсутствует. Тем не менее эти существа прекрасно себя чувствуют, легко мирясь с отсутствием кислорода. Их называют анаэробными, то есть живущими без воздуха.

Как же удается анаэробам обходиться без кислорода? Еще сравнительно недавно этот вопрос казался неразрешимой загадкой. Теперь мы знаем, что без кислорода дело не обходится. Просто анаэробы получают его не из атмосферы, а из органических веществ, некоторые же бактерии умеют извлекать кис-

лород даже из неорганических соединений, используя для этого нитриты и сульфиты.

Сущность дыхательных процессов анаэробов состоит в том, что они умеют окислить продукты обмена, не прибегая к помощи дополнительного кислорода, вполне довольствуясь тем количеством, которое уже содержится в окисляемом веществе. Ведь чтобы вещество окислилось, безразлично, прибавлять ли к нему кислород или отнимать водород.

Процесс окисления, когда отнимается водород, называют брожением. Брожение приводит к расщеплению органических веществ, в результате которого возникают окисленные и восстановленные вещества и высвобождается необходимая для организма энергия.

Наиболее известный вид брожения, которое встречается у одноклеточных, — расщепление молекулы глюкозы с образованием двух молекул этилового спирта (восстановленное вещество) и двух молекул углекислого газа (окисленное вещество).

У многоклеточных животных наиболее широкое распространение имеет молочнокислое брожение: расщепление углеводов, например молекулы сахара, на две молекулы молочной кислоты, в которых содержится меньше энергии, чем в исходном веществе. Расщепление углеводов происходит не сразу, а сопровождается целой серией реакций, в результате которых кислород, находящийся в молекуле сахара, у внутреннего атома углерода, переходит к внешнему, что и является причиной высвобождения энергии.

Существует и еще один способ окисления, путем отдачи электрона, но возможность использования его живыми организмами изучена еще плохо.

Почему же, если можно получать энергию путем брожения, у живых организмов возникла потребность в использовании атмосферного кислорода? Причин для этого немало, и они достаточно существенны. Брожение никогда не приводит к полному окислению вещества, и поэтому энергии выделяется мало. Если мы полностью окислим одну грамм-молекулу

глюкозы до углекислого газа и воды, то получим 673 килокалории. При брожении же, в результате которого образуются этиловый спирт и углекислый газ, выделится всего 25 килокалорий, то есть почти в 27 раз меньше. Следовательно, чтобы получить одинаковое количество энергии, анаэробам приходится тратить в 27 раз больше глюкозы, чем ее расходуют аэробы. Заметная разница, природа не могла смириться с таким расточительством.

Другая важная причина в том, что в результате брожения образуются различные вредные для организма вещества: этиловый и бутиловый спирты, молочная и масляная кислоты, ацетон и многие другие. Освобождаться от них не так-то легко.

Нередко в процессе дыхания образуются горючие газы. Микроорганизмы часто выделяют водород. Так дышат микробы, живущие в кишечнике термитов. Среди многоклеточных животных особенно много водорода выделяют личинки некоторых мух. Кроме водорода, некоторые организмы могут выделять метан и другие еще пока неизвестные, в том числе и самовоспламеняющиеся, газы. Красочное зрелище представляет выход со дна водоемов скопившихся в иле газов, пузыри которых вспыхивают на поверхности воды голубоватым таинственным пламенем.

Как же сумели животные так резко изменить свой способ дыхания и приспособиться к отсутствию кислорода? Оказывается, это было не трудно. Когда на Земле возникла жизнь, свободного кислорода здесь было мало и первые живые существа вынуждены были стать анаэробами. Только когда кислорода в атмосфере стало много, животные научились полностью сжигать энергетические продукты. Анаэробный же тип дыхания не исчез, а, передаваясь по наследству из поколения в поколение, дошел до нас. Как уже говорилось в начале этой главы, абсолютно у всех животных первые фазы освобождения энергии протекают без участия кислорода. Когда аэробным животным заблагорассудилось вновь переселиться в места, где кислород взять неоткуда, им опять пришлось ограничиться частичным использованием энергии, заклю-

ченной в пищевых веществах, вспомнить старые способы обезвреживания недоокисленных продуктов.

Животный мир нашей планеты возник в эпоху, когда кислорода в атмосфере планеты было очень мало. Не мудрено, что живые организмы приспособились к его недостатку. Гораздо удивительнее, хотя мы этого обычно не замечаем, что животные, обитающие в условиях избытка кислорода, сумели сдерживать интенсивность окислительных процессов в организме, тушить всегда готовый вспыхнуть пожар.

Количество кислорода в окружающей среде постоянно, а если и меняется, то только в сторону уменьшения. Поэтому у животных есть разнообразные приспособления для борьбы с недостатком кислорода, но нет ничего, что могло бы их защитить от его избытка.

Впервые с возможностью кислородного отравления при использовании для дыхания чистого кислорода около ста лет назад столкнулся Бер. Это было для ученых так неожиданно, что ему не поверили. Возникло подозрение, что в использованном Бером кислороде содержались какие-то ядовитые примеси. Опыты были многократно повторены, но, как бы тщательно ни очищался кислород, животные, которые им длительно дышали, неизбежно гибли.

Кислородными отравлениями заинтересовались не случайно. Разобраться в этом вопросе было необходимо для налаживания водолазной службы. Человек может находиться в атмосфере чистого кислорода лишь около суток. При более длительном дыхании кислородом возникает пневмония и смерть, как ни странно, от асфиксии, недостатка кислорода в важнейших органах и тканях. При давлении, равном 2—3 атмосферам, человек может находиться не больше 1,5—2 часов, потом наступает кислородное опьянение, нарушение координации движений, нарушение внимания, потеря памяти. При давлении кислорода свыше 3 атмосфер очень быстро начинаются судороги, приводящие к смерти.

Для животных, живущих в условиях острого недостатка кислорода, он еще более ядовит. На этом

основан способ борьбы с аскаридами, поселяющимися в кишечнике человека. Кислород, введенный в кишечник человека, опасности для него не представляет, но совершенно непереносим для паразита.

Излишек кислорода опасен не только животным. Он оказывается вредным и для растений. Интересно, что атмосфера нашей планеты, которую растения насытили кислородом, для них неблагоприятна. Им маловато углекислого газа и, что еще удивительнее, слишком много кислорода. Как показали недавние исследования, не только обычная концентрация, но даже всего лишь 2 процента кислорода в среде, десятая часть того, что содержит атмосфера, заметно тормозит фотосинтез. Оказывается, растения создали сами для себя совсем неподходящую атмосферу. Будь кислорода меньше, они росли бы и развивались более интенсивно.

ШЛАК И БАЛЛАСТ

В операционной царила деловитая тишина. Молодой врач — практикант склонился над юной пациенткой. Все уже было готово к операции, ждали только сигнала хирурга.

— Давайте наркоз, — скомандовал высокий седеющий мужчина, не отходя от умывальника. — Я сейчас кончу мыться.

Операция предстояла несложная. Но лежать на операционном столе все-таки страшно; не удивительно, что, когда первая порция эфира достигла легких, больная испугалась, сделала попытку освободиться от маски. Сестре приходится удерживать ее, молодой врач невольно форсирует наркоз. Результат энергичного введения наркоза проявляется быстро. Проходит минута-другая, мышцы расслабляются, больная затихает. Но почему такая странная неподвижность? Больная не дышит! Теперь уж сам наркотизатор поспешно снимает с нее маску и начинает делать искусственное дыхание.

— Лобелин, — просит он сестру, и слышно, как дрожит его голос.

Остановка дыхания в начальный период наркотизации в прошлом довольно частое и опасное осложнение. Оно может развиться при поспешном увеличении дозы газового наркоза. Хотя техника наркотизации в наши дни почти полностью исключает возникновение этого осложнения и дает в руки врачей надежные способы борьбы с его последствиями, встретиться с ним в первый же день самостоятельной работы, да еще благодаря собственной неосторожности, конечно, очень неприятно. Не удивительно, что наркотизатор теперь так же энергично делает искусственное дыхание. Проходят две-три томительные минуты, и больная делает первый вдох, затем второй, третий...

— Достаточно, — командует хирург, но дыхание опять прекращается. Бледный, как полотно, наркотизатор вновь склоняется над операционным столом, чтобы продолжить искусственное дыхание.

— Подождите, коллега, не волнуйтесь, — вмешивается опять хирург, — вы просто перевентилировали больную.

Снова томительное ожидание. Наконец больная делает новый вдох, затем еще, еще. Постепенно дыхание становится чаще, ровнее.

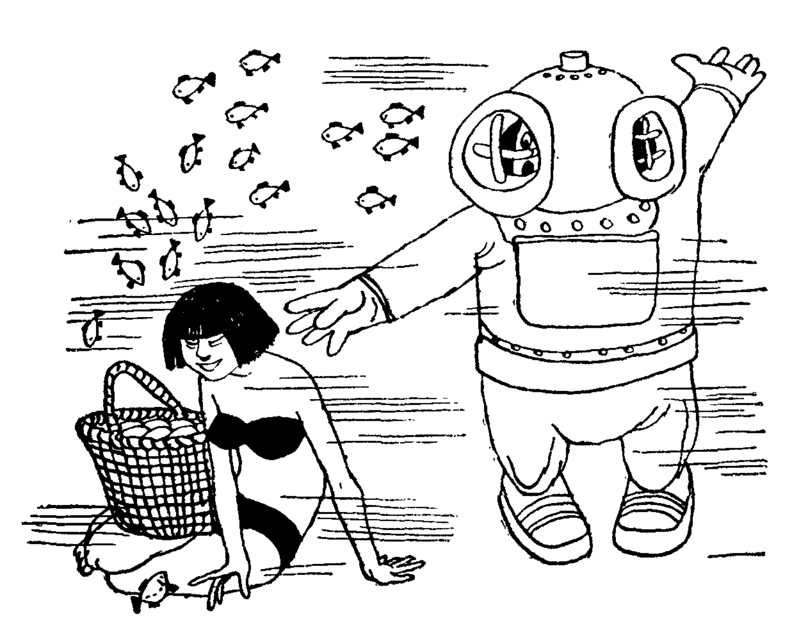
— Теперь продолжайте наркоз, пока больная совсем не проснулась, только не торопитесь, — советует хирург. Постепенно работа операционной входит в обычный ритм, а через полчаса больная уже в палате.

Почему во время операции дважды произошла остановка дыхания? Причина первой понятна: слишком большая доза наркотического вещества угнетающим образом подействовала на дыхательный центр продолговатого мозга, и дыхание прекратилось. Причина второй остановки сложнее. Чтобы разобраться в ней, придется поговорить о регуляции дыхания. В этом участвуют три различных рецепторных прибора. Первый — нервные рецепторы легких, информирующие дыхательный центр мозга о степени их рас-

тяжения или спадения. Они сигнализируют мозгу, когда пора прекратить вдох или выдох и сменить его противоположным процессом.

Более важными являются химические рецепторы. Одни из них находятся в сонных артериях и в аорте. Они следят за концентрацией кислорода, содержащегося в крови. Когда дыхательный центр получает информацию, что кислорода в крови мало, он дает команду к учащению дыхания, но нередко оно при этом делается поверхностным. Последнее происходит потому, что при недостатке кислорода дыхательный центр легко тормозится и информация даже о незначительном растяжении легких уже способна прерывать вдох.

Хеморецепторы второго рода находятся в самом дыхательном центре. Они следят главным образом за концентрацией в крови углекислого газа. Если его становится слишком много, дыхание делается более



глубоким. Когда наркотизатору пришлось делать искусственное дыхание, значительно усилилась вентиляция легких, поэтому кровь полностью насытилась кислородом, а углекислого газа стало очень мало. Исчезли два главных стимула дыхательных движений, а импульсы, приходящие из легких, падали на приторможенный дыхательный центр, и поэтому их силы оказалось недостаточно, чтобы вызвать вдох. Такое осложнение не опасно, когда нормальная концентрация углекислого газа восстанавливается (раз ткани продолжают дышать, его количество неизбежно увеличится), восстанавливается и дыхание.

Таким образом, углекислый газ, вредный, ненужный продукт обмена, шлак, от которого организм спешит избавиться, оказывается не таким уже ненужным организму веществом.

С тех пор как регуляция дыхательных движений стала понятна ученым, углекислый газ добавляют в некоторые газовые смеси, чтобы стимулировать работу дыхательного центра. Такую же добавку используют и при даче наркоза. Она повышает возбудимость дыхательного центра, а следовательно, обеспечивает и высокий уровень кислорода в циркулирующей по организму крови.

Дыхательный центр автоматически регулирует ритм и глубину дыхательных движений. Однако мы имеем возможность произвольно вмешиваться в его работу, сознательно меняя объем легочной вентиляции, и даже на некоторое время прекращать дыхательные движения. Срок, на который мы можем останавливать дыхание, поддается известной тренировке. Японские ныряльщицы — ловцы жемчуга могут погружаться в воду на 4—6 минут! Им даже зарплату платят в зависимости от того, сколько времени они способны пробыть на дне.

Такая тренированность имеет свою отрицательную сторону: она делает работу под водой особенно опасной, так как у человека есть лишь рецептор, сигнализирующий о недостаточном количестве кислорода в крови, но нет возможности судить, когда его станет угрожающе мало. Любителям, не слишком

тренированным ныряльщикам, это не страшно, они не в состоянии пробыть под водой столько, чтобы исчерпать все запасы кислорода. Другое дело профессионалы, привыкшие подавлять работу дыхательного центра даже при значительной убыли кислорода. Они находятся под водой, пока не исчерпают все кислородные ресурсы, и легко могут перейти опасную черту. Тогда вследствие острого недостатка кислорода, от которого в первую очередь страдает мозг, наступает внезапная потеря сознания, и спасти ныряльщика может только немедленная помощь товарищей.

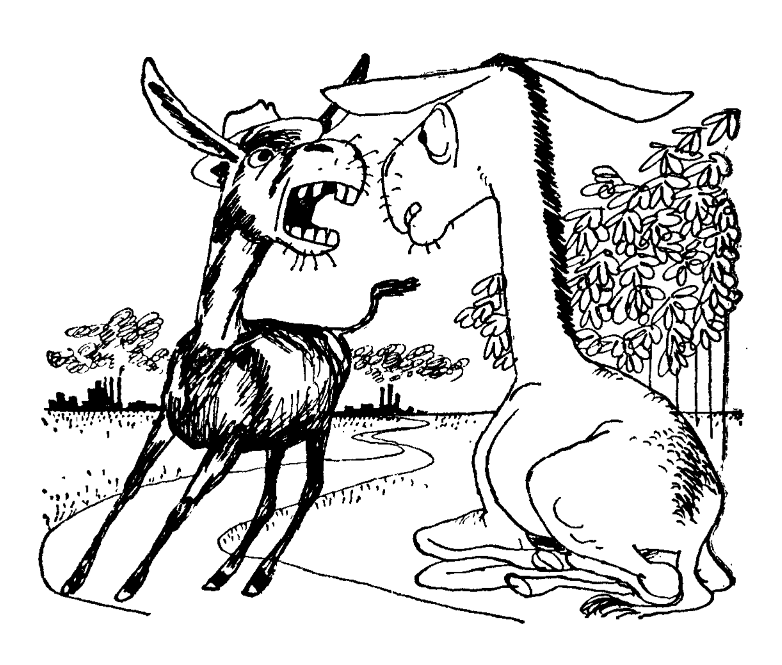
Углекислый газ — опасный шлак. У него нет ни цвета, ни запаха, а его удельный вес значительно выше, чем у кислорода и азота. И там, где отсутствует движение воздуха, он может скапливаться. Подобные явления наблюдаются в пещерах, промытых водой, в известняках. Окружающие породы поставляют известные количества углекислого газа, который, стекая по подземным коридорам, может скапливаться в нижних частях пещеры, образуя своеобразные «озера». Не подготовленный к этому человек, попав в подобную пещеру, обычно гибнет. На земном шаре существует несколько так называемых собачьих пещер, где глубина «озер» углекислого газа невелика и для человека не опасна, так что люди их могут пересечь «вброд», но собаки, попав туда, «тонут».

Третий и самый значительный компонент атмосферы после углекислого газа и кислорода — азот. Он не принимает никакого участия в дыхании, и при обычном давлении обмена азота между наружной средой и телом не происходит, так как в тканях его растворено столько же, сколько и в крови, а кровь, в свою очередь, оказывается насыщенной до предела.

Если значительно увеличить наружное давление, то по отношению к атмосферным газам кровь окажется недонасыщенной, она их будет интенсивно поглощать и передавать тканям, пока между этими тремя средами не установится новое равновесие.

Теперь, если давление вернется к норме или значительно понизится, газы, растворенные в тканях, будут возвращаться в кровь. Кислород при этом не ока-

жет никакого вредного воздействия, он слишком быстро расходуется, зато азота в кровеносных сосудах скопится столько, что он не сможет раствориться в крови, не будет успевать выводиться через легкие наружу из организма. Пузырьки азота могут закупорить мелкие сосуды. Если это будут сосуды серд-



ца или мозга, может наступить смерть. Единственный способ спасти больного — подвергнуть его действию высокого давления, дать возможность азоту снова раствориться в крови и тканевых жидкостях, а затем очень постепенно вернуть давление к норме, с тем чтобы излишек азота успел покинуть организм.

Обычно в воздухе есть пыль и водяные пары. Чистота воздушных бассейнов над нашими городами — одна из важнейших гигиенических проблем. Подумать только, воздух считается чистым, если в одном кубическом сантиметре его не больше шести тысяч пыли-

нок. Если кому-нибудь покажется, что это слишком много, знайте, воздух, которым нам приходится дышать у себя дома, нередко содержит 2 миллиона пылинок в кубическом сантиметре, которые весят около 10 миллиграммов! Не удивительно, что до начала газификации наших городов в Харькове и Ленинграде на один квадратный километр в год выпадало 300—350 тонн пыли, а в Магнитогорске — свыше 700! Если бы у нас не было приспособлений, оберегающих легкие от проникновения в них пыли, у городских детей они уже в течение первого года жизни были бы полностью забиты грязью.

В отличие от пыли водяные пары полезны, они предохраняют организм от излишней потери влаги. Гигиенической нормой для помещений считается 60 процентов насыщения воздуха водяными парами. При меньшей влажности человек чувствует себя неуютно.

Последним компонентом, который организм получает из атмосферы, является электричество. О том, что легкие в течение суток «пережевывают» изрядное количество электричества, обычно забывают, хотя приток электричества имеет существенное значение для нормального течения жизненно важных процессов организма.

Что это за электричество, которое поглощают наши легкие, и откуда оно берется в атмосфере? О его существовании ученые узнали лишь в конце прошлого века. Оказалось, что под действием урана и других радиоактивных элементов, в ничтожных количествах содержащихся в любой почве, под действием космических и ультрафиолетовых лучей, при электрических разрядах, разбрызгивании воды и трении пылевых частиц от атомов и молекул газа отрываются электроны. Сам по себе оторванный свободный электрон долго существовать не может. Очень скоро он присоединяется к одному из нейтральных атомов или к молекуле. Электрон, как известно, несет на себе отрицательный заряд, который он сообщает принявшей его молекуле. Молекула, потерявшая электрон, напротив, оказывается заряженной положитель-

но, так как ядро любого атома несет положительный заряд, равный заряду всех его электронов.

Заряженные молекулы атмосферных газов называют аэроионами. Одни из них оседают на пылевых частицах, образуя тяжелые ионы, другие объединяются с несколькими нейтральными молекулами, образуя легкие ионы.

Больше всего аэроионов образуется в самой почве или около нее. В среднем в одну секунду в каждом кубическом сантиметре припочвенного воздуха создается 8—10 пар ионов. Однако они при этом обычно не накапливаются, так как часть из них при столкновении двух противоположно заряженных ионов уничтожается, а остальные адсорбируются на твердых или жидких телах или диффундируют в места, где их мало.

Хотя ионы всегда образуются парами, в окружающем нас воздухе обычно преобладают ионы какого-то одного заряда. Чаще всего легкие положительные ионы. Так происходит потому, что земля имеет отрицательный заряд, а в атмосфере существуют объемные положительные заряды. Под их воздействием отрицательные аэроионы поднимаются вверх, а положительные опускаются вниз, скапливаясь в самых нижних слоях атмосферы. Количество тяжелых ионов зависит от запыленности воздуха. Обычным считается преобладание тяжелых ионов над легкими не больше чем в 50 раз.

Нужны ли организму животных эти заряженные молекулы газа? Оказывается, очень нужны. В опытах А. Л. Чижевского подопытные животные, помещенные в атмосферу, где ионов очень мало, тяжело болели, а если их заставляли дышать воздухом, совсем не имеющим электрического заряда, они погибали через 1,5—5 суток!

Очень высокая концентрация аэроионов, особенно положительных, тоже вредна для организма. Фен — горный ветер Тироля, язами — юго-восточный ветер Японии, сирокко — южный ветер Италии приносят с собой много положительных ионов, вызывая у людей тоскливое настроение, головную боль, общее не-

домогание, повышение кровяного давления, ухудшая течение туберкулеза и некоторых других недугов. Очень тяжело переносится смена заряда окружающей атмосферы, но сами отрицательные аэроионы чаще вызывают благоприятный эффект, улучшают состояние туберкулезных больных, снижают кровяное давление и способствуют выздоровлению при многих других, в том числе и инфекционных, заболеваниях.

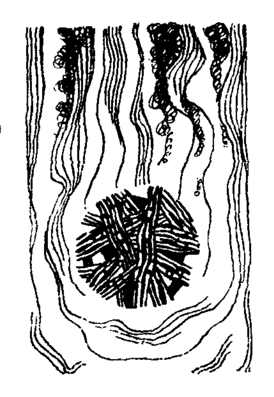
Большим количеством легких отрицательных ионов объясняют лечебный эффект многих курортов. Особенно много отрицательных аэроионов в некоторых районах побережья Балтийского моря, возле водопадов, горных речек и мощных фонтанов. Полученные организмом электрические заряды, конечно, не скапливаются в нашем теле. Ткани хорошо проводят электрический ток, и поэтому приобретенные нами заряды постепенно уходят в землю.

Существует много различных предположений о механизме действия атмосферного заряда на живой организм. Среди них наибольшего внимания заслуживают два. Согласно первому электрические заряды молекул действуют на нервные окончания легочной ткани и тем самым оказывают сильное воздействие на функциональное состояние центральной нервной системы в целом.

Вторая теория предполагает, что аэроионы, попадая в легкие, передают свой заряд в кровь и содержащимся в ней эритроцитам. Перенося к отдельным органам и тканям полученный в легких заряд, кровь тем самым оказывает на эти органы определенное воздействие.

Какая из двух теорий верна, сказать трудно. Пожалуй, больше фактов говорит в пользу второй. Однако для окончательных выводов потребуются длительные исследования.

МИЛЛИАРДЫ НОСИЛЬЩИКОВ



ОНО НЕ СМЕЕТ УСТАВАТЬ

На 18-й день после зачатия в крохотном, не больше горошины комочке клеток, человеческом зародыше сердце начинает биться и уже не останавливается до самой нашей смерти. Это, пожалуй, единственный орган, который даже у самых отъявленных лентяев не увиливает от работы и трудится в хорошем темпе. Подумать только, у такого крохотули, как трехнедельный человеческий эмбрион, у которого еще даже нет настоящей крови, сердце делает по одиому сокращению каждую секунду. Позже, когда ребенок уже родится, пульс еще больше учащается, доходя до 140 сокращений в минуту. К счастью, это кульминация, постепенно пульс становится реже, и у взрослого человека его частота в покое в среднем равняется 76 в минуту, возрастая при усиленной работе в два с половиной раза. В итоге за 100 лет человеческой жизни сердце успевает сделать около 5 миллиардов сокращений!

Когда вдумаешься в эту цифру, прежде всего поражает, что сердце не устает, и, пока здорово, легко справляется со своей работой, ни на секунду (буквально ни на секунду!) ее не прекращая.

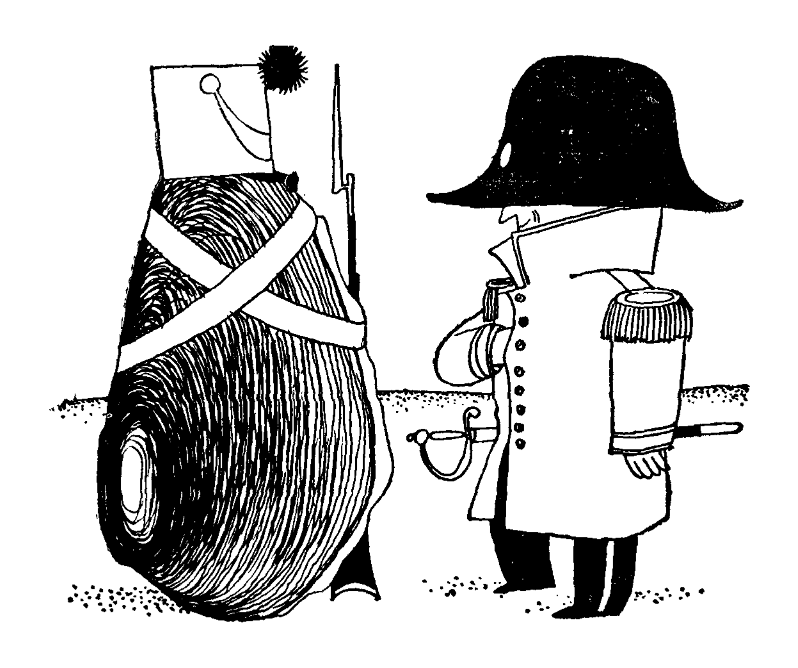
У человека обмен веществ стоит не на очень высоком уровне. У мелких теплокровных животных он значительно выше. Дело в том, что с уменьшением размера тела площадь его сокращается гораздо медленнее. Поэтому мелким организмам приходится вы-

рабатывать на каждый грамм их тела значительно больше тепла, чем крупным. Интенсивность обмена веществ у них выше, а следовательно, и сердце должно работать более энергично, чем у человека. Действительно, чем животное меньше, тем сердце у него бьется быстрее. У кита, например, при весе тела 150 тонн сердце делает семь сокращений в минуту; у слона, вес которого 3 тонны, — 46; у кошки (вес 1,3 килограмма) — 240; а у синицы московки (весит она 8 граммов) — 1200.

Чем же объясняется, что сердце может работать в таком темпе? Прежде всего само представление о том, что сердце трудится без передышки, не совсем верно. Сердечная мышца тоже отдыхает и даже довольно часто, но только очень маленькими порциями. Сокращение сердца длится примерно 0,49 секунды, и если человек в этот момент находится в покое, то после каждого сокращения на 0,31 секунды наступает перерыв. На самом деле время отдыха еще больше, так как не все отделы сердца работают одновременно.

Сердечный цикл начинается с сокращения предсердий, желудочки в это время отдыхают. Сокращение предсердий сменяется сокращением желудочков; в это время отдыхают предсердия. Предсердия тратят на свое сокращение примерно 0,11—0,14 секунды, и после каждого сокращения их отдых длится 0,66 секунды, что составляет в сутки всего 3,5—4 часа работы и около 20 часов отдыха. Сокращение желудочков продолжается несколько дольше, около 0,27—0,35 секунды, а отдых 0,45—0,53 секунды. Следовательно, в сутки желудочки сердца работают 8,5—10,5 и отдыхают 13,5—15,5 часа.

Сердце умудряется отдыхать и у маленьких птичек. У них оно сокращается гораздо чаще, зато чаще и отдыхает. У синичек лазоревок при частоте сокращения сердца 1000 раз в минуту время одиночного сокращения предсердий равняется 0,014, последующего отдыха 0,046, сокращения желудочков занимают 0,024, а их отдых длится 0,036 секунды. Таким образом, предсердия работают всего 5 часов 40 минут и отдыхают 18 часов 20 минут, а работа желудочков



длится 9 часов 36 минут и отдых — 14 часов 24 минуты. Ничуть не хуже, чем у человека.

Впрочем, человек в состоянии значительно улучшить условия работы своего сердца, намного увеличив продолжительность его покоя. Как показывают медицинские исследования, у хорошо тренированных спортсменов частота сокращений сердца в покое значительно меньше, чем у всего остального человечества, и может падать до 40 и даже 28 ударов в минуту.

Чтобы справиться с такой колоссальной нагрузкой, какая выпала на долю сердца, одного отдыха мало, нужно еще хорошо питаться, получать достаточно кислорода. Поэтому у высших животных сердце имеет свою очень мощную кровеносную систему.

Низшие животные искали свои пути снабжения сердца. Природа на миллиарды лет предвосхитила афоризм Наполеона о том, что путь к сердцу солдата лежит через желудок. Создавая пластинчатожабер-

ных (двустворчатых) моллюсков, она решила насквозь пронзить их сердце, но не стрелой амура, а всего лишь задней кишкой. Зачем кишке понадобилось пройти сквозь желудочек сердца моллюска, неизвестно. Конечно, это самый простой способ снабдить кровь пищевыми веществами; не исключено, что значительнее всего улучшается питание самой сердечной мышцы.

Основная задача сердечно-сосудистой системы — транспорт всего необходимого во все уголки организма. Одни вещества плывут в крови сами по себе, другие, главным образом газы, путешествуют на спинах эритроцитов. В каждом кубическом миллиметре крови 4,5—5 миллионов носильщиков. А всего их 35 000 000 000 000, самый большой караван на свете. Размер эритроцитов ничтожен, всего 8 микрон; но если их построить цепочкой, как ходят по пустыням верблюды, получилась был ленточка, которой можно семь раз опоясать по экватору земной шар. А из эритроцитов кита, самого большого существа на Земле, вероятно, можно было бы составить несколько караванов, каждый из которых протянулся бы до солнца.

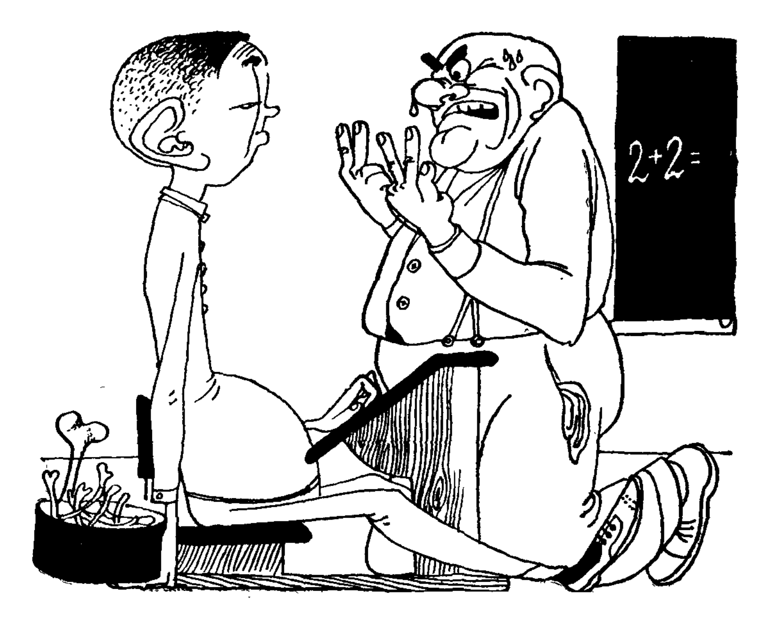
Транспортная система животных развилась не сразу. Когда частички живого вещества впервые слиплись в самостоятельный одноклеточный организм и отгородились от океана оболочкой, природе пришлось подумать о том, как организовать транспорт внутри одноклеточного организма. Решение было найдено скоро. Природа строила клетку как микроскопический океан и создала в нем свои течения. Эта низшая по рангу внутриклеточная транспортная система сохранилась и у многоклеточных животных, есть она и у нас. Протоплазма любой клеточки нашего тела подвижна, протоплазматические токи существуют даже в нервных клетках.

Многоклеточным животным пришлось организовывать более сложную систему. Самые примитивные из них, например губки, используют для этого воду, в которой обитают. Океанские течения показались им ненадежными, и на них губки решили не полагаться. Вместо этого с помощью ресничек они заставляют

морскую воду течь по каналам и порам своего тела, доставляя во все уголки пищу и кислород.

Высшие животные полностью отгородились от океана, а для транспортных нужд обзавелись собственным аквариумом. Самые большие аквариумы имеют в наши дни брюхоногие моллюски, объем их крови равняется 90 процентам от объема тела. Это, видимо, оказалось слишком роскошно. У личинок насекомых аквариум уже не превышает 40 процентов веса тела, а у взрослых насекомых 25, у птиц и млекопитающих аквариум еще меньше, всего 7—10, и, наконец, самый миниатюрный водоем у рыб, он составляет всего 1,5—3 процента от веса тела.

Чем меньшим аквариумом владеет животное, тем интенсивнее его приходится использовать, тем более быстрые течения необходимы в нем, чтобы одну и ту же жидкость можно было использовать многократно. Не удивительно, что насекомые могут позволить себе роскошь иметь в своем аквариуме очень



медленное течение, которое совершает полный кругооборот нередко за 30—35 минут. Мы с вами позволить себе этого не можем. Кровь нашего внутреннего аквариума совершает полный круг всего за 23 секунды, делая за сутки свыше 3700 оборотов, и это еще не предел. У собаки на полный кругооборот затрачивается 16, у кролика 7,5 секунды, а у мелких животных и того меньше.

У позвоночных животных дело осложняется еще тем, что сам аквариум очень большой, а воды в нем мало. Она не может заполнить его целиком. У человека общая протяженность всех сосудов около 100 тысяч километров. Обычно большая часть их пуста. 7—10 литров крови для этого явно недостаточно, и интенсивно снабжаются только усиленно работающие органы. Поэтому одновременная напряженная работа многих систем невозможна. После сытного обеда наиболее энергично функционируют органы пищеварения, к ним и направляется значительная часть крови, для нормальной работы головного мозга ее начинает не хватать, и мы испытываем сонливость.

Чтобы приводить в движение воды внутреннего аквариума, потребовались устройства, принципиально отличные от реснитчатого аппарата губок. Гораздо надежнее оказались мышечные насосы. Поначалу это был всего лишь пульсирующий сосуд, наиболее просто устроенное сердце, которым гемолимфа перегонялась в более мелкие сосуды, а оттуда в межтканевые и межклеточные пространства. Омыв их, она вновь возвращалась в пульсирующий сосуд. При такой незамкнутой системе очень трудно организовать правильную циркуляцию, поэтому у насекомых, самых высших представителей беспозвоночных, возникли насосы, которые могут не только нагнетать, но и засасывать. Для этого их сердце свободно подвешено на специальных крыловидных мышцах, которые растягивают его, создавая отрицательное давление, засасывающее прошедшую через ткани жидкость.

Пульсирующий сосуд — маломощный агрегат, поэтому низшие животные обычно имеют множество

насосных устройств. У дождевого червя главный пульсирующий сосуд, протянувшийся через все тело, гонит кровь от заднего конца к переднему, а по пути она растекается в боковые сосуды, которые сами являются сердцами, проталкивающими кровь в более мелкие артерии. Все эти многочисленные сердца работают как кому вздумается, в лучшем случае они согласуют свою работу с партнером по сегменту. Дальше этого организация не идет.

Высшим животным показалось целесообразно отгородиться не только от внешнего, но и от внутреннего океана, создав замкнутую циркулирующую систему. Впрочем, полностью эта задача до сих пор еще не решена. Главное русло внутренней реки — сердечно-сосудистая система млекопитающих замкнута, но в нее впадает множество ручьев — лимфатических сосудов, по которым течет жидкость из межтканевых и межклеточных пространств.

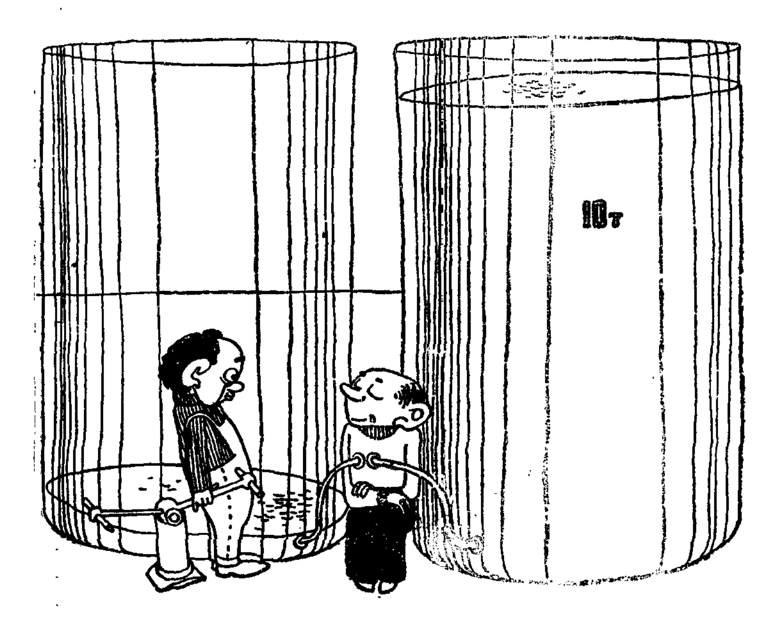
Таким образом, получилось, что ткани и органы полностью отгородились от непосредственного проникновения в них вод внутреннего океана, но сохранили за собой право сливать в этот подвижный резервуар свои воды. Конечно, обособленность внутреннего океана очень относительна. В артериальной части капилляров, стенка которых достаточно тонка, а давление крови еще высоко, определенное количество жидкости просачивается в межклеточные пространства. Выход жидкости был бы еще более высок, так как сами берега не в состоянии надежно ее удерживать, если бы не высокое онкотическое давление крови (оно обусловлено растворенными в ней белками), которое не дает воде покидать растворенные в ней белки.

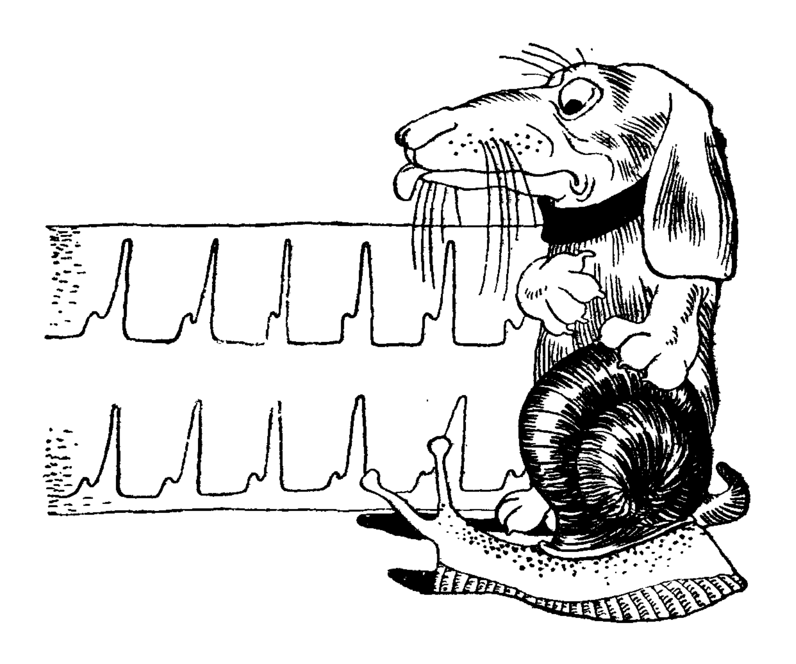
Во время покоя в ткани просачивается небольшое количество воды, и она вся возвращается обратно в венозной части капилляра, где кровяное давление оказывается ниже онкотического давления плазмы и жидкость начинает активно привлекаться в плазму растворенными в ней белками. Сила, которая в венозной части капилляра заставляет жидкость возвращаться в кровяное русло, примерно в два раза

больше той, которая в артериальной части вынудила ее уйти в межтканевые пространства, поэтому она вся без остатка возвращается назад.

Совершенно иная картина наблюдается во время работы. В этом случае кровяное давление в артериальной части капилляра будет столь высоко, что их стенки не смогут удерживать не только воду, но и белки. В венозной части капилляра кровяное давление будет оставаться еще достаточно высоким, а онкотическое давление из-за потери белков снизится, и у жидкости не будет ни стимула, ни возможности вернуться назад в кровяное русло. Для нее останется один путь — лимфатическая система. Таким образом, лимфатическая система выполняет в организме ту же функцию, что и ливневая система наших городов, предохраняющая улицы и площади от затопления во время больших ливней и гроз.

Может показаться, что появление строго замкнутой системы облегчило работу сердца. Ничуть не бы-





вало! Чтобы протолкнуть кровь через капилляры и мельчайшие артериолы, нужна немалая сила. Хотя по мере ветвления артерий их общая суммарная площадь сечения возрастает, становясь в конечном итоге в 800 раз больше сечения аорты, по которой кровь вытекает из сердца, сопротивление от этого только увеличивается. Ведь у нас 100—160 миллиардов капилляров, а их общая длина равняется 60—80 тысячам километров. Известный русский физиолог И. Ф. Цион подсчитал, что в течение человеческой жизни наше сердце успевает совершить работу, равную усилию, которого было бы достаточно, чтобы на высочайшую вершину Европы Монблан, на высоту 4810 метров, поднять железнодорожный состав!

Даже у человека, находящегося в относительном покое, сердце в течение минуты перекачивает 6 литров крови, а за день не меньше 6—10 тонн. В течение жизни через наше сердце пройдет 150—250 ты-

сяч тонн крови. При этом человек похвастаться работой своего сердца не может.

Так как трудно непосредственно сравнивать работу сердца больших и маленьких животных, ученые обычно высчитывают, какое количество крови в одну минуту перекачивает сердце на каждые 100 граммов веса тела. Анализ показывает, что даже у медлительной улитки сердце работает примерно с такой же нагрузкой, как у человека, а у большинства животных значительно интенсивнее. Сердце собаки перекачивает примерно в два раза больше крови, а сердце кошки даже в 10 раз.

При этом в артериях создается довольно высокое давление. Даже у таких маленьких животных, как личинка стрекозы или лягушка, оно достигает 30—38 миллиметров ртутного столба. В большинстве случаев давление еще выше. У осьминога оно 60, у крысы — 75, у человека — 160—180, а у лошади даже 200 миллиметров ртутного столба.

Обычно чем крупнее животное, тем выше у него давление. Это особенно наглядно видно на угрях, акулах и других рыбах, размеры которых сильно варьируют. Чем длиннее угорь или акула, тем выше у них давление крови. Из этого правила, однако, есть немало исключений. Одно из них — петух. В его сосудах такое же давление, как и у лошади.

Совершенно ясно, что сердце кита блювала, весящее 600—700 килограммов, даже если будет трудиться совсем плохо, наработает гораздо больше, чем сердце синички московки, весящее почти в 5 миллиардов раз меньше, то есть всего 0,15 грамма. Чтобы сделать правильную оценку, сравнивают работу, которую выполняет 1 грамм сердечной мышцы. И здесь человеку нечем особенно гордиться. Грамм нашего сердца выполняет работу, равную 4000 граммсантиметров в минуту, примерно такую же работу выполняет сердце улитки. Сердце лягушки трудится в 3 раза интенсивнее, кролика в 5 раз, а белой мыши в 12 раз!

Большинство живущих на земле животных горизонтальные. Головной мозг и сердце — два самых

важных органа — находятся у них на одном уровне. Это очень удобно: не нужно дополнительных усилий, чтобы снабжать мозг кровью. Другое дело человек, мозг которого расположен значительно выше сердца, или шестиметровый жираф, сердце которого лежит на 2—3 метра ниже мозга. У всех подобных существ (петух, человек, жираф) высокое давление.

Сердце типично горизонтальных животных неспособно обеспечивать кровоснабжение мозга при неестественной позе. Если кролику или змее придать вертикальное положение, они очень скоро «потеряют сознание» из-за анемии мозга. Не менее тяжело переносится и обратное изменение позы, когда голова оказывается значительно ниже сердца. В этом случае снабжение мозга кровью расстраивается из-за нарушения оттока, однако в животном мире немало клоунов-виртуозов, вроде летучих мышей, для которых положение тела не имеет существенного значения.

В работе сердечно-сосудистой системы скрыто очень существенное противоречие. С одной стороны, чтобы поддерживать кровоснабжение на нужном уровне, необходимо создать высокое давление. С другой стороны, чем выше давление, тем больше вероятность аварии. В любой момент система может не выдержать. Если прорыв произошел в крупном сосуде, быстрая смерть от массивной потери крови неизбежна.

Чтобы давление в системе не превысило нормы, существуют особые контрольные органы — барорецепторы. Важнейшие из них расположены у млекопитающих в дуге аорты, в каротидных синусах сонных артерий, несущих кровь в мозг, в предсердиях и в окончаниях болевых нервов. О малейшем изменении давления они немедленно сигнализируют в продолговатый мозг. Восстановление нормального давления осуществляется не столько деятельностью сердца, сколько с помощью сосудов. Стенки мелких сосудов — артериол снабжены мышцами и легко изменяют свой просвет. Сужаясь, они создают известные препятствия току крови и вызывают тем повы-

шение давления, но могут расшириться так, что давление снизится до критического уровня и циркуляция крови нарушится.

Сердце бьется всю жизнь, сокращение за сокращением, днем и ночью, в жару и в мороз. В крохотном комочке клеток у 29-часового зародыша цыпленка уже что-то пульсирует, уже гонит куда-то жидкость. Кто заставляет сердце сокращаться? Кто приказал сердцу куриного эмбриона начать работать? У него ведь еще нет даже и намека на мозг, который позже берет бразды правления над организмом.

Оказывается, даже у взрослых животных сердце хотя и подчиняется командам мозга об изменении характера работы, замедляя или, наоборот, ускоряя свой ритм, но может вполне обходиться и без них. Говоря фигурально, наше сердце работает по собственной инициативе, особенность, которую мы как-то не ценим. Если в культуре тканей на особых питательных средах выращивать волокна сердечной мышцы эмбриона, они и в пробирке ритмически сокращаются, не ожидая ничьих указаний, и просто не в состоянии жить не сокращаясь.

Без верховного командования слаженная работа все же идти не может. Если бы каждое мышечное волокно сокращалось когда ему заблагорассудится, общее сокращение могло бы произойти лишь случайно. Так в действительности и бывает в самые ранние периоды жизни зародышей. У крысиного эмбриона отдельные участки сердца сокращаются независимо друг от друга, пока не подрастет и не начнет работать командный пункт. У птиц и млекопитающих он расположен в особом отделе сердца, который носит название синоаурикулярного узла.

В сердечной мышце нет нервов, и приказы распространяются просто по мышечным волокнам со скоростью 1 метр в секунду. Для нормального сокращения предсердий такой скорости вполне достаточно. Более крупным желудочкам сердца потребовалась более быстрая система передачи команд — волокна Пуркинье, по которым возбуждение распространяется в 5—6 раз быстрее.

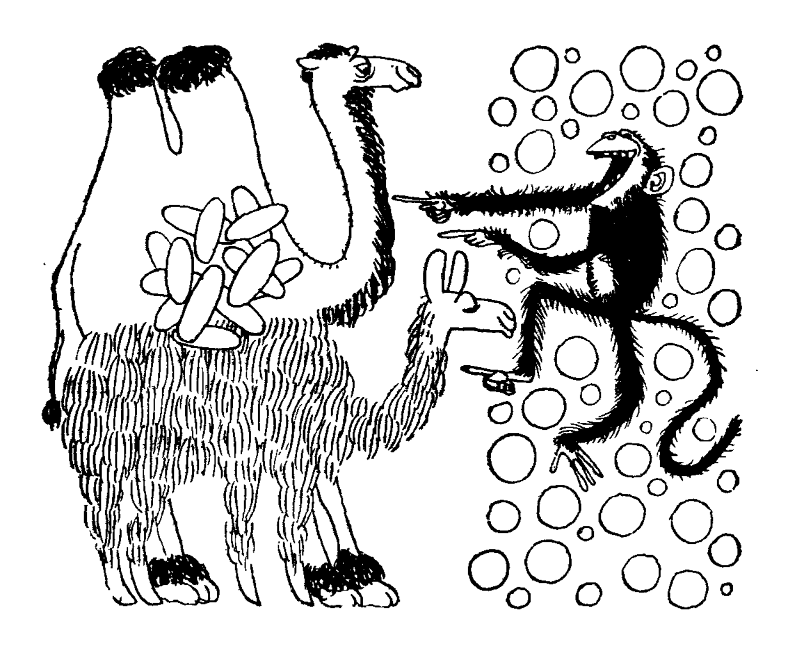
У всех порядочных животных в сердце есть только один командный центр, или ритмоводитель. Будь их больше, произошла бы неразбериха. Бывают, конечно, и курьезы. У асцидий и некоторых оболочников два ритмоводителя, по одному на каждом конце пульсирующего сосуда. Кровь у этих животных движется то в ту, то в другую сторону.

Благодаря тому, что сердце позвоночных животных обладает собственным автоматизмом, оно может работать, даже извлеченное из тела. Первоначальные испытания всех новых сердечных препаратов проводят на изолированном лягушачьем сердце, которое при правильной постановке экспериментов сохраняет свою работоспособность в течение многих часов.

Очень распространено ошибочное представление, что смерть обязательно означает и остановку работы сердца. В действительности это не совсем так. Русский врач Андреев сумел заставить сокращаться сердце новорожденного ребенка спустя четверо суток после его смерти.

Несколько столетий назад об этом и не подозревали. Очень известного врача императора Карла V Андрея Везалия, которому в числе немногих ученых было даровано право вскрывать трупы людей, святейшая инквизиция приговорила к смертной казни по обвинению в том, что он вскрыл тело еще живой женщины. Только благодаря особому расположению наследника престола Филиппа II этот страшный и к тому же несправедливый приговор заменили покаянным паломничеством к святым местам на горе Синай и в Иерусалим, во время которого, впрочем, Везалий и погиб.

Причиной обвинения крупнейшего ученого той эпохи и очень известного врача явились сокращения сердечной мышцы у бесспорно умершей женщины, которую Везалий вскрывал в присутствии многочисленных зрителей. Почему ее сердце продолжало работать спустя много часов после смерти, сейчас установить невозможно. В тот момент ни у кого из ошеломленных зрителей, очевидцев этого страшного



зрелища, не возникло ни тени сомнения в том, что женщина была жива. Сам Везалий был убежден, что допустил халатность, и считал вынесенный ему приговор справедливым.

ВОЛНЫ

О берега нашего собственного океана бьются волны, только они совсем не голубые, а алые. Впрочем, венозная кровь, насыщенная углекислотой и другими продуктами обмена, имеет синеватый оттенок. Это, видимо, было известно еще в XI веке. Во всяком случае, высшее дворянство, приближенные короля Кастилии, одного из первых королевств Пиренейского полуострова, сумевшего сбросить мавританское иго, утверждали, что в их жилах течет «голубая кровь». Тем самым они хотели показать, что никогда не род-

нились с маврами, чья кровь считалась более темной. На самом же деле этой привилегией пользуются лишь некоторые ракообразные, кровь у которых действительно голубая.

Воды внутреннего моря содержат все, что необходимо клеткам организма. У самых низших организмов тканевые жидкости по своему составу мало чем отличаются от обычной морской воды. По мере усложнения животных состав гемолимфы и крови начинает меняться. В ней, кроме солей, появляются физиологически активные вещества, витамины, гормоны, белки, жиры и даже сахара. В наши дни самой сладкой кровью обладают птицы, меньше всего сахара в крови рыб.

Основная функция крови — транспортная. Она разносит по телу тепло, забирает в кишечнике питательные вещества, а в легких кислород и доставляет их потребителям. У самых низших животных кислород, как и другие необходимые вещества, просто растворяются в циркулирующей по телу жидкости. Высшие животные обзавелись специальным веществом, которое легко вступает в соединение с кислородом, когда его много, и легко с ним расстается, когда его становится мало. Такие удивительные свойства оказались присущи некоторым сложным белкам, молекула которых содержит железо и медь. Гемоцианин, белок, содержащий медь, имеет голубой цвет; гемоглобин и другие сходные белки, содержащие в своей молекуле железо, — красный.

Молекула гемоглобина состоит как бы из двух частей — собственно белка и железосодержащей части. Эта последняя у всех животных одинакова, зато для белковой характерны специфические черты, по которым можно различить даже очень близких животных.

Все, что содержится в крови, все, что несет она по сосудам, предназначено для клеток нашего тела. Они отбирают из нее все необходимое и используют на собственные нужды. Только кислородсодержащее вещество должно остаться нетронутым. Ведь если оно будет оседать в тканях, разрушаться там и

использоваться на нужды организма, трудно станет транспортировать кислород.

Поначалу природа пошла на создание очень крупных молекул, молекулярный вес которых в два, а то и в десять миллионов раз больше атома водорода, самого легкого вещества. Такие белки неспособны проходить сквозь клеточные мебраны, «застревая» даже в довольно крупных порах; вот почему они подолгу сохранялись в крови и могли многократно использоваться. Для высших животных было найдено еще более оригинальное решение. Природа снабдила их гемоглобином, молекулярный вес которого лишь в 16 тысяч раз больше, чем у атома водорода, но, чтобы гемоглобин не достался окружающим тканям, поместила его, как в контейнеры, внутрь специальных, циркулирующих вместе с кровью клеток — эритроцитов.

Эритроциты большинства животных круглые, хотя иногда их форма почему-то меняется, становится овальной. Среди млекопитающих такими уродами являются верблюды и ламы. Зачем в конструкцию эритроцита этих животных понадобилось вводить столь значительные изменения, пока точно не известно.

Поначалу эритроциты были большие, громоздкие. У протея, реликтовой пещерной амфибии, их диаметр 35—58 микрон. У большинства амфибий они значительно меньше, однако иногда их объем достигает 1100 кубических микрон. Это оказалось неудобно. Ведь чем больше клетка, тем относительно меньше ее поверхность, через которую в обе стороны должен проходить кислород. На единицу поверхности приходится слишком много гемоглобина, что мешает его полноценному использованию. Убедившись в этом, природа пошла по пути уменьшения размеров эритроцитов до 150 кубических микрон для птиц и до 70 для млекопитающих. У человека их диаметр равен 8 микронам, а объем 90 кубическим микронам.

Эритроциты многих млекопитающих еще мельче, у коз едва достигают 4, а у кабарги 2,5 микрона. Почему

именно у коз такие мелкие эритроциты, понять нетрудно. Предки домашних коз были горными животными и жили в сильно разреженной атмосфере. Недаром количество эритроцитов у них огромно, 14,5 миллиона в каждом кубическом миллиметре крови, тогда как у таких животных, как амфибии, интенсивность обмена веществ которых не велика, всего 40—170 тысяч эритроцитов.

В погоне за уменьшением объема красные кровяные клетки позвоночных животных превратились в плоские диски. Так максимально сократился путь диффундирующих в глубь эритроцита молекул кислорода. У человека, кроме того, в центре диска с обеих сторон есть вдавления, что позволило еще больше сократить объем клетки, увеличив размер ее поверхности.

Транспортировать гемоглобин в специальной таре внутри эритроцита очень удобно, но добра без худа не бывает. Эритроцит — живая клетка и сам потребляет для своего дыхания массу кислорода. Природа не терпит расточительства. Ей немало пришлось поломать голову, чтобы придумать, как сократить ненужные расходы.

Самая важная часть любой клетки — ядро. Если его тихонечко удалить, а такие ультрамикроскопические операции ученые умеют делать, то безъядерная клетка, хотя и не гибнет, все же становится нежизнеспособной, прекращает свои основные функции, резко сокращает обмен веществ. Вот это и решила использовать природа, она лишила взрослые эритроциты млекопитающих их ядер. Основная функция эритроцитов — быть контейнерами для гемоглобина — функция пассивная, и пострадать она не могла, а сокращение обмена веществ было только на руку, так как при этом сильно уменьшается и расход кислорода.

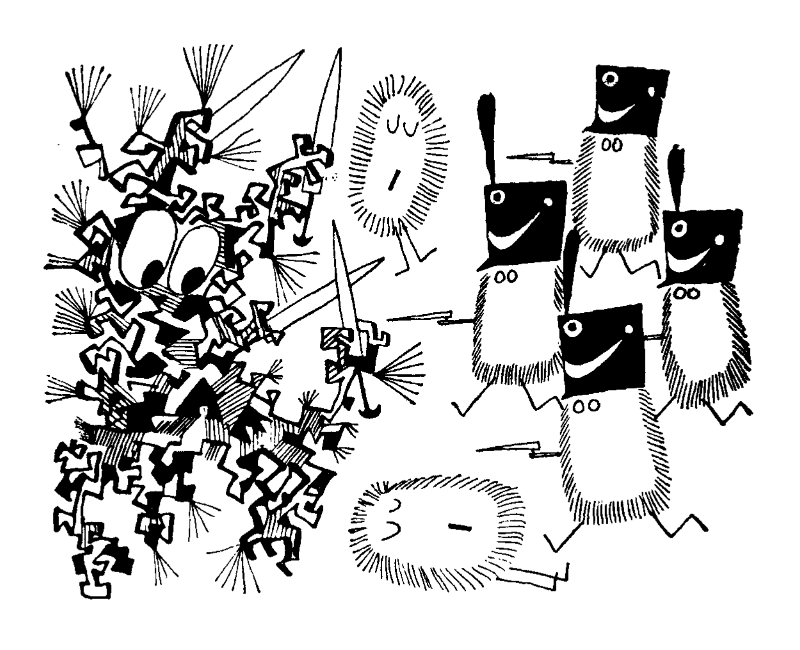
Кровь не только транспортное средство. Она выполняет и другие важные функции. Передвигаясь по сосудам тела, кровь в легких и кишечнике почти что непосредственно соприкасается с внешней средой. И легкие и особенно кишечник, бесспорно, самые

грязные места организма. Не удивительно, что здесь в кровь очень легко проникнуть микробам. Да и почему бы им не проникать? Кровь — чудесная питательная среда, притом богатая кислородом. Если не поставить тут же, при входе, бдительных и неумолимых стражей, дорога жизни организма стала бы дорогой его смерти.

Стражи нашлись без труда. Еще на заре возникновения жизни все клетки организма были способны захватывать и переваривать частички пищевых веществ. Почти в то же время организмы обзавелись подвижными клетками, очень напоминающими современных амеб. Они не сидели сложа руки, ожидая, когда ток жидкости принесет им что-нибудь вкусненькое, а проводили жизнь в постоянных поисках хлеба насущного. Эти бродячие клетки-охотники, с самого начала включившиеся в борьбу с попавшими в организм микробами, получили название лейкоцитов.

Лейкоциты — самые крупные клетки человеческой крови. Их размер колеблется от 8 до 20 микрон. Эти одетые в белые халаты санитары нашего организма еще длительное время принимали активное участие в пищеварительных процессах. Они выполняют эту функцию даже у современных амфибий. Не удивительно, что у низших животных их очень много. У рыб в 1 кубическом миллиметре крови их бывает до 80 тысяч, в десять раз больше, чем у здорового человека.

Чтобы успешно бороться с патогенными микробами, необходимо очень много лейкоцитов. Организм производит их в огромных количествах. Ученым пока не удалось выяснить продолжительность их жизни. Да вряд ли она может быть точно установлена. Ведь лейкоциты — солдаты и, видимо, никогда не доживают до старости, а гибнут на войне, в схватках за наше здоровье. Вероятно, поэтому у различных животных и в различных условиях опыта получились очень пестрые цифры — от 23 минут до 15 дней. Более точно удалось установить лишь срок жизни для лимфоцитов — одной из разновидностей крохотных



санитаров. Он равняется 10—12 часам, то есть за сутки организм не меньше двух раз полностью обновляет состав лимфоцитов.

Лейкоциты способны не только странствовать внутри кровяного русла, но при надобности легко его покидают, углубляясь в ткани, навстречу попавшим туда микроорганизмам. Пожирая опасных для организма микробов, лейкоциты отравляются их сильнодействующими токсинами и гибнут, но не сдаются. Волна за волной сплошной стеной они идут на болезнетворный очаг, пока сопротивление врага не будет сломлено. Каждый лейкоцит может «проглотить» до 20 микроорганизмов.

Массами выползают лейкоциты на поверхность слизистых оболочек, где всегда много микроорганизмов. Только в ротовую полость человека — 250 тысяч ежеминутно. За сутки здесь на боевом посту гибнет $^{1}/_{80}$ часть всех наших лейкоцитов.

Лейкоциты борются не только с микробами. Им поручена еще одна очень важная функция: уничтожать все поврежденные, износившиеся клетки. В тканях организма они постоянно ведут демонтаж, расчищая места для строительства новых клеток тела, а молодые лейкоциты принимают участие и в самом строительстве, во всяком случае в строительстве костей, соединительной ткани и мышц.

В юности каждый лейкоцит должен решить, кем быть, и в случае надобности становится фагоцитом и идет в бой на микробов, фибробластом — и отправляется на стройку или даже превращается в жировую клетку и, пристроившись где-нибудь к своим собратьям, не торопясь коротает век.

Безусловно, одним лейкоцитам не удалось бы отстоять организм от проникающих в него микробов. В крови любого животного много различных веществ, которые способны склеивать, убивать и растворять попавших в кровеносную систему микробов, превращать в нерастворимые вещества и обезвреживать выделяемый ими токсин. Некоторые из этих защитных веществ мы получаем по наследству от родителей, другие учимся вырабатывать сами в борьбе с окружающими нас бесчисленными врагами.

Как ни внимательно контрольные приборы — барорецепторы следят за состоянием кровяного давления, всегда возможна авария. Еще чаще беда приходит со стороны. Любая, даже самая незначительная, рана разрушит сотни, тысячи сосудов, и через эти пробоины сейчас же хлынут наружу воды внутреннего океана.

Создавая для каждого животного индивидуальный океан, природе пришлось озаботиться организацией аварийной спасательной службы на случай разрушения его берегов. Поначалу эта служба была не очень надежной. Поэтому для низших существ природа предусмотрела возможность значительного обмеления внутренних водоемов. Потеря 30 процентов крови для человека смертельна, японский жук легко переносит потерю 50 процентов гемолимфы.

Если судно в море получает пробоину, команда старается заткнуть образовавшуюся дыру любым подсобным материалом. Природа в изобилии снабдила кровь собственными заплатками. Это специальные веретенообразные клетки — тромбоциты. По своим размерам они ничтожно малы, всего 2—4 микрона. Заткнуть такой крохотной затычкой сколько-нибудь значительную дыру было бы невозможно, если бы тромбоциты не обладали способностью слипаться под воздействием тромбокиназы. Этим ферментом природа богато снабдила ткани, окружающие сосуды, кожу и другие места, больше всего подверженные травмам. При малейшем повреждении тканей тромбокиназа выделяется наружу, входит в соприкосновение с кровью, и тромбоциты немедленно начинают слипаться, образуя комочек, а кровь несет для него все новый и новый строительный материал, ведь в каждом кубическом миллиметре крови их содержится 150—400 тысяч штук.

Сами по себе тромбоциты большой пробки образовать не могут. Затычка получается благодаря выпадению нитей особого белка — фибрина, который в виде фибриногена постоянно присутствует в крови. В образованной сети из волокон фибрина застревают комочки слипшихся тромбоцитов, эритроциты, лейкоциты. Проходят считанные минуты, и образуется значительная пробка. Если поврежден не очень крупный кровеносный сосуд и давление крови в нем не настолько велико, чтобы вытолкнуть пробку, утечка будет ликвидирована.

Вряд ли рентабельно, чтобы дежурная аварийная служба потребляла много энергии, а значит и кислорода. Перед тромбоцитами стоит единственная задача — слипнуться в минуту опасности. Функция пассивная, не требующая от тромбоцита значительных затрат энергии, значит, незачем потреблять кислород, пока все в организме спокойно, и природа поступила с ними так же, как и с эритроцитами. Она лишила их ядер и тем самым, сократив уровень обмена веществ, сильно снизила расход кислорода.

Совершенно очевидно, что хорошо налаженная аварийная служба крови необходима, но она, к сожалению, грозит организму страшной опасностью. Что, если по тем или иным причинам аварийная служба начнет не вовремя работать? Такие неуместные действия приведут к серьезной аварии. Кровь в сосудах свернется и закупорит их. Поэтому кровь имеет вторую аварийную службу — антисвертывающую систему. Она следит, чтобы в крови не было тромбина, взаимодействие которого с фибриногеном приводит к выпадению нитей фибрина. Как только тромбин появляется, антисвертывающая система немедленно его инактивирует.

Вторая аварийная служба работает очень активно. Если в кровь лягушки ввести значительную дозу тромбина, ничего страшного не произойдет, он тут же будет обезврежен. Зато если теперь взять у этой лягушки кровь, окажется, что она потеряла способность свертываться.

Первая аварийная система работает автоматически, второй командует мозг. Без его указания система работать не будет. Если у лягушки сначала разрушить командный пункт, находящийся в продолговатом мозгу, а потом ввести тромбин, кровь мгновенно свернется. Аварийная служба наготове, но некому дать сигнал тревоги.

Кроме перечисленных выше аварийных служб, кровь имеет еще и бригаду капитального ремонта. Когда кровеносная система повреждена, важно не только быстрое образование тромба, необходимо также его своевременное удаление. Пока порванный сосуд заткнут пробкой, она мешает заживлению раны. Ремонтная бригада, восстанавливая целостность тканей, понемножку растворяет и рассасывает тромб.

Многочисленные сторожевые, контрольные и аварийные службы надежно охраняют воды нашего внутреннего океана от всяких неожиданностей, обеспечивая очень высокую надежность движения его волн и неизменность их состава.

Природа всегда стремится навязать любому органу дополнительные не свойственные ему функции. Как ни специфичны, ни ответственны задачи сердечно-сосудистой системы, даже она не избежала этой участи, уж слишком заманчиво было использовать давление, существующее внутри кровеносной системы.

Известно, что гипертония (значительное повышение кровяного давления) очень опасна для организма, так как может вызвать разрушение системы, разрыв кровеносных сосудов. Однако именно это явление природа сумела сделать полезным. Жабовидная ящерица, обитающая в мексиканских пустынях, использует для своей личной обороны местную гипертонию в сосудах головы.

В общем-то это не такое уж редкое явление в природе. Кровь, заполняя под бо́льшим, чем обычно, давлением гребни, шипы и иные выросты на голове и других частях тела, заставляет их увеличиваться в размерах, выпрямляться, менять окраску и тем самым придает животному страшный вид.

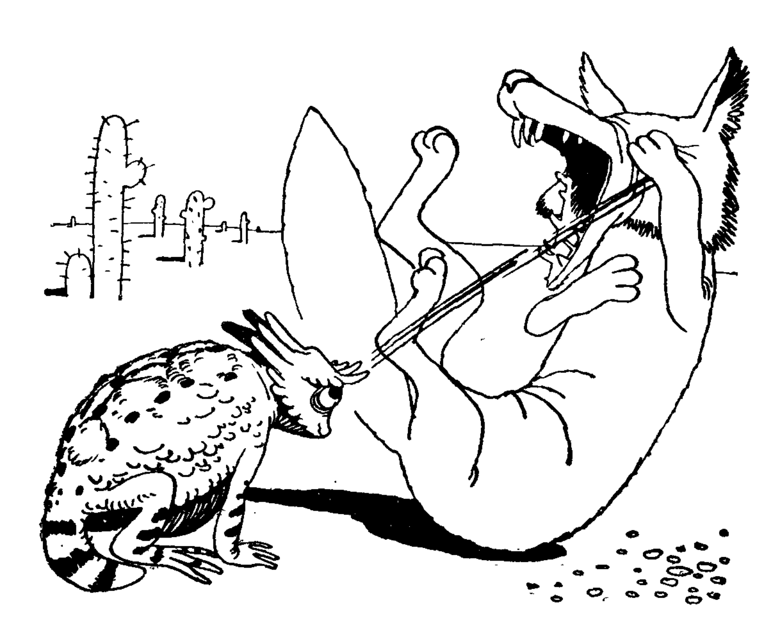
Жабовидные ящерицы этим не ограничились. Природа снабдила их удивительным приспособлением. В минуту опасности специальный мускул пережимает один из крупных кровеносных сосудов, что приводит к резкому повышению давления в кровеносных сосудах головы. При этом мелкие сосудики в мигательной перепонке глаз не выдерживают и лопаются, и кровь выбрызгивается прямо из глаз навстречу врагу. Неожиданный душ нередко обращает нападающего в бегство. Оружие действует в радиусе примерно полутора метров.

Другое назначение запирательного мускула — способствовать линьке. Рептилии растут почти всю жизнь. Жабовидные ящерицы каждый год меняют свою кожу. Освободиться от старой одежды бывает не легко. Вот тут-то на помощь и приходит запирательный мускул. Когда давление в сосудах головы повысится, все кровеносные сосуды, большие и ма-

ленькие, переполняются кровью и голова раздувается до тех пор, пока старая кожа на ней не лопнет. Дальнейшая процедура не сложна. Ящерица выползает из своей шкуры через образовавшееся отверстие, как из ворота комбинезона.

Сердечно-сосудистую систему использовать для дополнительных надобностей оказалось не очень удобно. Однако, изобретя насосы и сообщающиеся системы, природа решила заняться гидравликой всерьез. Прежде всего она, видимо, догадалась, что, нагнетая в полости и межтканевые пространства жидкость, можно значительно повысить тургор тканей, то есть придать им некоторую механическую прочность. Отсюда один шаг до создания гидростатического скелета.

Смешно сказать, но аналогичные конструкции начали использоваться человеком лишь в XX веке и до сих пор еще не получили достаточно широкого рас-



пространения. Особенно эффективно использование сжатого воздуха. Представьте себе колонну бульдозеров и вездеходов, пробившуюся сквозь тайгу к месту будущей стройки. В считанные часы расчищена площадка для поселка. Из машин выгружены не слишком громоздкие тюки, подключены насосные устройства, и через каких-нибудь полчаса на месте только что сведенной тайги вырос поселок из двухэтажных парусиновых домов, в которых все балки и другие несущие конструкции надувные. Удобно, быстро, дешево и, как ни странно, надежно. К тому же парусиновые дома могут быть достаточно теплыми, если их стены сделать также надувными из 2—3 слоев прорезиненной парусины.

Животным гидростатический скелет тоже очень удобен. Главное его преимущество в том, что он может создаваться только на тот период, когда нужен. А исчезнет в нем потребность, давление в системе можно понизить, и от скелета не останется и следа. Правда, по надежности гидростатический скелет не выдержал конкуренции с костным, и там, где опоры должны быть постоянными, он уступил место более прочным сооружениям. Зато где постоянный скелет не нужен, преимущество осталось за гидравликой. Природа пронесла это изобретение через всю эволюцию животного царства от самых примитивных существ до человека включительно. Примером тому служат пещеристые тела, в которых в качестве рабочей жидкости используется кровь.

Еще интереснее гидродинамические устройства. Они могут быть совсем примитивными или достигать значительной степени сложности. К числу простейших конструкций относятся выводные сифоны двустворчатых моллюсков. Эти животные добывают кислород и пищу, мельчайшие кусочки органического вещества, из воды, засасываемой в мантийную полость. Обогащенная углекислым газом и загрязненная экскрементами вода уносится через специальный сифон наружу. Моллюск, безусловно, заинтересован, чтобы отходы выбрасывались подальше и не попадали обратно в мантийную полость. Поэтому

выводной сифон бывает достаточно длинным. Однако он не имеет специальной мускулатуры, чтобы вытянуться как можно дальше. Когда раковина закрыта и движение воды в мантийной полости прекращается, сифон спадается. Зато как только ток жидкости возобновляется, сифон под ее воздействием распрямляется и вытягивается.

Гидродинамические устройства в конечностях пауков выполняют двигательную функцию. Сгибание конечностей у этих восьминогих существ, каждая лапка которых состоит из 6—7 члеников, происходит, как и у всех прочих животных, за счет сокращения специальных мышц, а разгибание — из-за повышения давления внутри одетых в хитиновую броню конечностей.

Большое значение имеют гидродинамические устройства для рытья нор. Земляной червь при попытке вырыть норку во влажной почве (сухую червь увлажняет сам) максимально сокращает кольцевую мускулатуру своего переднего головного конца, превращая его почти что в острое шило, и ищет хоть малейшей щелки между частичками земли. Если это не удается, червь начинает забивать в землю передний конец, ударяя по нему изнутри глоткой, которая приводится в движение с помощью гидродинамического устройства. Повышение давления с 2 до 14 миллиметров водного столба позволяет наносить удар с силой 8,5 грамма. Внедрившись хоть немножко в почву, червь повышает давление в самой передней части тела, расширяя ее, а вместе с ней и проделанное отверстие. Многократно повторяя описанные выше движения, в не очень твердой почве червь прямо на глазах зарывается в землю. Еще энергичнее действуют сипункулиды, развивающие при рытье нор давление до 600 миллиметров водного столба.

К числу самых совершенных гидродинамических устройств относится двигательный аппарат иглокожих, который особенно хорошо развит у морских звезд и ежей, офиур и многих голотурий. Лучи морских звезд пронизаны симметрично расположенными лучевыми каналами, наполненными водянистой жид-

костью. Веточки, отходящие от каналов, проникают в каждую из крохотных мускульных ножек, расположенных на нижней, ротовой стороне лучей. Во время движения жидкость нагнетается в ножки, которые при этом сильно набухают, вытягиваются вперед по направлению движения и с помощью присосок прикрепляются к грунту, после чего их мускулатура сокращается, выталкивая жидкость из каналов и немного подтягивая звезду вперед. Затем ножки отцепляются от субстрата, по которому ползет звезда, в них вновь нагнетается жидкость, и все повторяется сначала. Как видите, сердце не единственный насос, используемый природой для обеспечения важнейших жизненных функций организма многих животных.

ГДЕ ДОСТАТЬ ДРОВИШЕК!

Наша Земля, как и другие планеты солнечной системы, имеет очень неоднородный климат. Есть у нас такие заветные местечки в Антарктиде, где температура падает до —88 градусов, зато в Африке она нередко поднимается до +55, но это, конечно, крайности. Они наблюдаются в очень немногих районах земного шара. А в основном-то климат более приветлив. Видимо, поэтому у большинства живых существ процессы жизнедеятельности возможны при температурах тела от 0 до 40 градусов. Достаточно широкий диапазон, и все-таки для многих животных и растений он узок.

Есть водоросли, которые живут, размножаются и, по-видимому, прекрасно себя чувствуют в горячих источниках с температурой 70—90 градусов. Среди вечных полярных льдов также существует жизнь. Это поразительное открытие почти двести лет назад сделала экспедиция полярного исследователя Сосюра. Впрочем, удивило ученых тогда другое. Экспедиция обнаружила районы, где лежал кроваво-красный снег. Это зрелище даже у самых хладнокровных людей вызывало тревожное чувство.

Причина необычной окраски снега вскоре разъяс-

нилась. Удалось установить, что виной тому микроскопические одноклеточные водоросли, покрывавшие его поверхность. Впоследствии эти водоросли, которым было присвоено название «хламидомонада снежная», находили в различных районах Арктики и Антарктики, в вечных снегах высочайших горных массивов, в том числе и у нас на Кавказе.

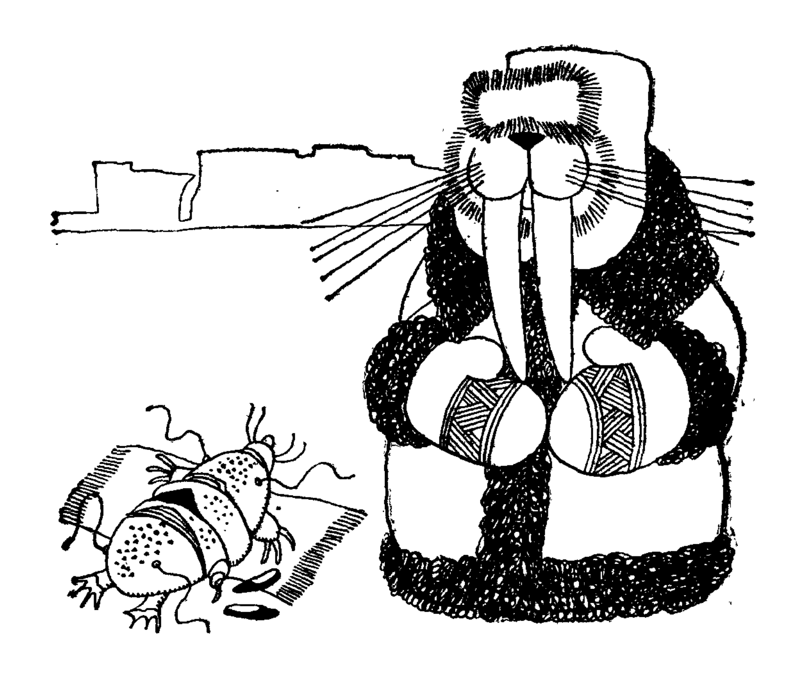
Сейчас ученым известно свыше 140 видов растений, постоянно живущих во льдах и снегах. Многие из них окрашены в фиолетовый, красный, коричневый или зеленый цвета и придают снегу соответствующую окраску.

Для того чтобы хламидомонада снежная успешно развивалась, нужно очень много солнечного света и достаточно холодная погода. Поэтому в больших количествах она встречается только в полярных районах и на горных вершинах. Исключительная холодостойкость снежных водорослей, вначале поразившая ученых, теперь никого особенно не удивляет. Гораздо интереснее их теплобоязнь. Хламидомонада снежная погибает от «жары» уже при температуре 4 градуса. Для нас с вами это очень холодно! Организмов с более сильной теплобоязнью, чем у хламидомонады, на Земле, видимо, нет.

Интересно, что один и тот же вид животных иногда может встречаться во всех климатических зонах: от полярных областей до экватора. У отдельных рас таких космополитов тепло- и холодоустойчивость бывают далеко не одинаковыми. Черви теребеллиды, живущие в Северном Ледовитом океане около Гренландии, гибнут от «жары» уже при температуре воды 6—7 градусов. Их южные собратья из Индийского океана легко переносят нагревание воды до 24 градусов.

Чемпионы среди теплолюбивых животных — рачки, живущие в очень теплых, слегка солоноватых озерах Аравийского полуострова. Они ужасно «мерзнут» уже при 35 градусах, а при дальнейшем понижении температуры гибнут от «холода».

Не все животные такие неженки. Обычно холод переносится легко. Споры и примитивные животные



(коловратки и тихоходки) выживают при температуре, близкой к абсолютному нулю, то есть около —273 градуса. Даже такие высокоразвитые организмы, как насекомые, их яйца и куколки, могут переносить значительное охлаждение. Многие из них в наших северных условиях зимуют открыто, выдерживая тридцати-пятидесятиградусные зимние холода. А в условиях лаборатории они переносили холод в —80—250 градусов.

Почему же, несмотря на большую тепло- и холодоустойчивость многих животных, их активная жизнедеятельность возможна лишь в относительно узком диапазоне?

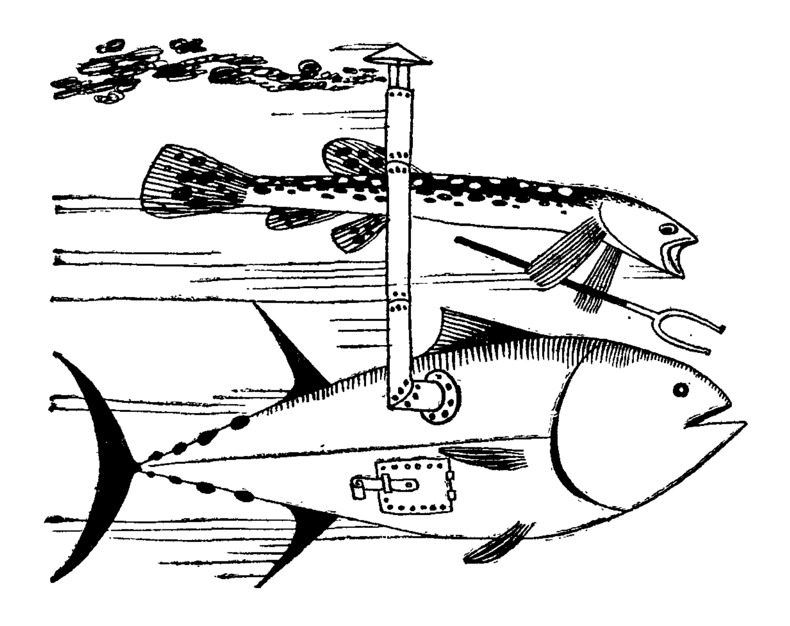
Температура определяет скорость движения молекул любых веществ, в том числе и тех, из которых построено тело животных. Чем температура ниже, тем скорость движения молекул меньше, и, следовательно, тем медленнее идут химические реакции, пока

их скорость не понизится настолько, что активная жизнедеятельность станет невозможной. Это происходит при температуре образования льда: основные химические реакции в организме идут в водных растворах.

Верхний предел переносимых температур зависит от устойчивости белков и жиров. Уже при нагревании выше 40 градусов они настолько изменяются, что клетки гибнут. Вот поэтому все животные стремятся к оптимальным для них температурным условиям. Достигают они этого по-разному.

Как известно, на земле существуют пойкилотермные (холоднокровные) животные, температура тела которых зависит от температуры окружающей среды. В холодную погоду им приходится подчас прибегать к очень замысловатым способам, чтобы как-то обогреться.

Высшие животные (гомойотермные, или теплокровные) изобрели универсальный способ поддержа-



ния температуры своего тела, специально вырабатывая тепло.

Впрочем, это делает любая клетка тела любого организма, если она активно участвует в обмене веществ. Такая клетка хоть на тысячную долю градуса всегда теплее окружающей ее среды. Поэтому не совсем верно утверждение школьных учебников, что температура тела у холоднокровных животных такая же, как в окружающей среде. Естественно, что маленькие животные и тепла вырабатывают мало и быстро отдают его в окружающую среду. Тут очень трудно заметить, что животное теплее среды. Зато у крупных и тепла вырабатывается больше и оно дольше сохраняется. Маленькая форель, живущая в прокладной воде горных ручьев, всего на 0,012 градуса теплее воды, а температура тела у крупного тунца или макайры значительно, не меньше чем на 6 градусов, выше температуры воды.

Для пойкилотермных животных самый простой способ согреться — подыскать для себя местечко с подходящим микроклиматом. Когда становится холодно, они прячутся в норах, ищут убежнща на дне глубоких водоемов, а некоторые сами творят для себя микроклимат. На это способны даже растения. Известно, что в лесу климат мягче, чем на соседних полях.

Долгое время ученых мучила загадка: как удается снежным водорослям, о которых шла речь, поддерживать высокий уровень обмена веществ и интенсивно размножаться при низких температурах? Откуда они черпают для этого энергию? Таким свойством не обладают другие организмы на нашей планете.

Недавно выяснилось, что снежные водоросли сами создают для себя благоприятную обстановку. Они не разбросаны по снегу в одиночку, а живут крохотными колониями. В солнечную погоду темные скопления водорослей нагреваются, снег вокруг них подтаивает и каждая колония оказывается в миниатюрной ямке. Очень часто вода на поверхности замерзает, и ванночка с водорослями оказывается при-

крытой сверху тонкой корочкой льда. Образуется маленький парничок, где может поддерживаться температура около нуля.

Однако не только повышение температуры до нуля градусов обеспечивает водоросли благоприятные условия существования. Ученые предполагают, что хламидомонады снабжены устройством, работающим аналогично полупроводниковым электрическим батареям. Для получения электрического тока необходимо, чтобы одна часть полупроводникового прибора была нагрета, а другая охлаждена. Чем значительнее будет отличаться их температура, тем больше будет получено электроэнергии.

У снежных водорослей происходит то же самое. Одна сторона нагрета солнцем, другая сильно охлаждается. Видимо, это и обеспечивает водоросли необходимой для их жизнедеятельности энергией.

Богатые урожаи снежных микроорганизмов не пропадают впустую. Раз есть корм, всегда найдутся и его потребители, даже в Антарктиде. Этот материк представляется нам огромной мертвой страной, покрытой километровыми толщами льда, где 10—11 месяцев в году свирепствуют жестокие морозы и снежные бури и лишь на 1—2 месяца жестокие холода сменяются более слабыми морозами. Мы привыкли думать, что немногие обитатели этого континента: тюлени, пингвины и несколько видов птиц живут вблизи океана, а весь остальной материк абсолютно безжизненный. Это не совсем верно. За годы изучения Антарктики ученые обнаружили в ее вечных снегах около 50 видов насекомых и других животных. Жизнь проникла далеко в глубь этого сурового материка.

Рекордсменом по дальности оказался крохотный паучок, которого нашли сотрудники английской экспедиции всего в 500 километрах от Южного полюса. Этот паучок живет в водорослевогрибных садиках. Если колонии водорослей расположены рядом, парнички сливаются, образуя целую систему подснежных оранжерей. В них-то и поселяются паучки.

В оранжереях много корма, значительно теплее, чем на ветру, да и сам жилец одет в темную рубашку, которая на солнце неплохо прогревается. Когда же короткое полярное лето кончается, паучок впадает в спячку.

Лучистой энергией солнца пользуются и другие животные. Насекомые, обитающие в полярных областях и высокогорных районах, носят темную одежду, хорошо поглощающую тепловые лучи. Поэтому в солнечную погоду температура тела таких насекомых значительно выше температуры окружающего воздуха.

Другие животные научились регулировать количество получаемого тепла. Это очень важно, ведь в солнечные дни может возникнуть опасность перегревания. У многих земноводных и пресмыкающихся в коже есть специальные пигментные клетки, способные изменять свой размер. Когда пигментные клетки малы, цвет кожи остается светлым и она отражает солнечные лучи. При расширении пигментных клеток окраска кожи резко темнеет, значительно лучше поглощает солнечные лучи, и тело животного нагревается, но только до известного предела. При малейшем перегреве пигментные клетки вновь сжимаются, и дальнейшее нагревание прекращается.

Иначе поступает перламутровка. Этой бабочке необходимо, чтобы температура ее тела была 32,5—35,5 градуса. В солнечную погоду бабочка поддерживает такую температуру довольно точно, независимо от температуры воздуха. Основной тепловоспринимающей поверхностью ей служат крылья. Наиболее сильное нагревание происходит, когда крылья полностью раскрыты и направлены перпендикулярно к солнечным лучам. Чем меньше угол облучения, тем нагревание меньше. Терморегуляция у бабочек осуществляется благодаря изменению положения крыльев. Пока температура тела низка, крылья расположены так, чтобы происходило их максимальное нагревание. Когда температура тела достигает 35 градусов, бабочка начинает двигать крыльями и делает это до тех пор, пока не найдет такого по-

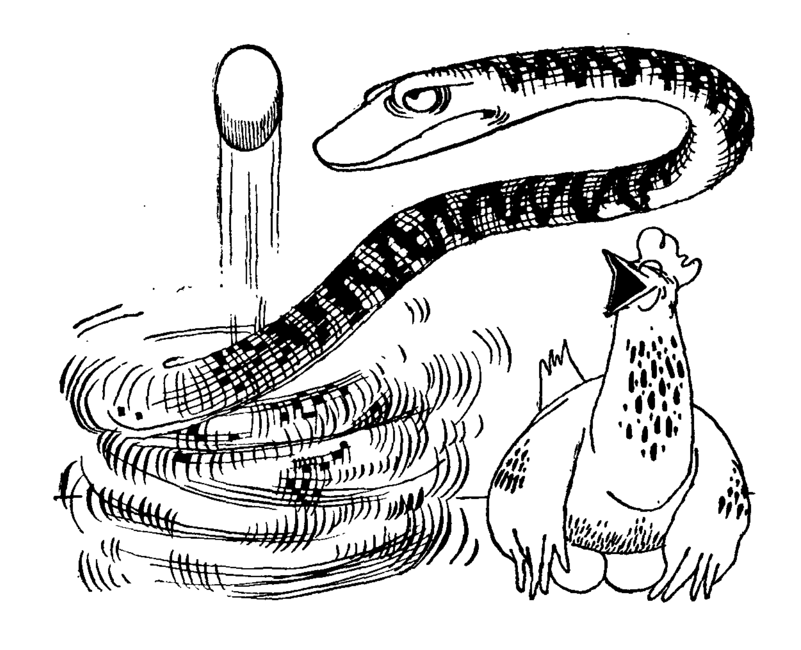
ложения, при котором дальнейшее нагревание прекратится.

Этим же принципом пользуются термиты при строительстве своих жилищ. Обычно вызывает удивление, почему живущие в земле и ведущие скрытый образ жизни насекомые сооружают такие заметные гнезда. Оказалось, что в земле им недостаточно тепло. Некоторые термиты, обитающие в особенно жарких странах, строят очень высокие, но плоские термитники, обращенные ребром на юг. В полдень, когда солнце особенно горячо, его лучи скользят по их постройке и перегрева не происходит, зато в остальное время дня, с восхода и до самого заката, солнечные лучи падают на боковые стенки, согревая гнездо.

Теплокровные животные обладают способностью сохранять постоянной температуру своего тела, не прибегая к помощи солнца. В холодную погоду они вырабатывают много тепла, а в жаркую умеют отдавать его излишки в окружающую среду. Впрочем, к повышению температуры животные нашей планеты приспособлены хуже, чем к холоду.

Мороз многие из них переносят легко. Разница между температурой тела и температурой окружающей среды может превышать 80 градусов, а животные будут поддерживать постоянство своей температуры. Особенно много подобных животных можно найти среди представителей арктической фауны. Например, температура тела белой куропатки равна 43 градусам; куропатка сохраняет ее и при сорокаградусном морозе.

Чтобы не замерзнуть, у теплокровных животных есть много приспособлений. Когда температура воздуха понижается, начинают действовать механизмы, усиливающие теплоизоляцию организма. В первую очередь сжимаются кожные сосуды, кожа становится холодной и меньше отдает тепла. Шерсть и перья встопорщиваются, между шерстинками становится больше воздуха, а ведь неподвижный воздух после вакуума самый лучший теплоизолятор. Кстати, эта милая привычка топорщить перья сохранилась и у человека. Когда мы мерзнем, у нас появляется гу-



синая кожа, причем остатки волос, те крохотные волоски, что еще сохранились на нашем теле, становятся дыбом. К сожалению, теплее нам от этого не бывает.

Если принятые меры не дали нужных результатов и охлаждение не прекратилось, возникает дрожь. Она совсем не бесполезна, как можно было бы думать. Мышечные сокращения сопровождаются выделением значительного количества тепла, поэтому с появлением дрожи значительно увеличивается теплопродукция.

Дрожать умеют только теплокровные животные, зато к работе мышц для увеличения производства тепла прибегают очень многие. Вот один из примеров. Как известно, рептилии не проявляют особого интереса к судьбе своего потомства. Исключений из этого правила очень немного. Об одном из них ученые знали уже давно. Самки некоторых видов крупных

питонов, отложив яйца, не уползают прочь, а, обвившись кольцами вокруг них, несут караул до тех пор, пока не вылупятся змеята.

Конечно, на такого сторожа немногие рискнут напасть, слишком опасна наседка, но оказалось, что дело совсем не в этом. Самка питона охраняет свои яйца не столько от врагов, сколько от холода. Это может показаться неправдоподобным, ведь всем известно, что змеи животные хладнокровные. Однако такое представление не совсем верно. Если змея немного «побегает», то даже она может слегка согреться. Когда температура воздуха достаточно высока, питон лежит неподвижно, но как только станет холоднее, у него начинает работу поперечная мускулатура (при этом тело змеи то становится тонким, то опять утолщается). Питон трудится со всей силой, на которую способен (а силой он обладает не маленькой), пока не согреется сам и не согреет яйца. Вот какие удивительные бывают наседки.

Этот же способ используют насекомые. Они неспособны летать, пока не согреются. Бабочка ванесса в этом случае машет крыльями и даже в прохладную погоду, при температуре всего лишь в 10 градусов, за несколько минут умудряется согреться до 35, а во время полета ее температура достигает 37, совсем как у теплокровных.

При усиленной работе мышц выделяются значительные количества тепла, но одного дрожания теплокровным животным бывает недостаточно, и поэтому одновременно повышается обмен веществ, а следовательно, резко увеличивается химическая теплопродукция.

Пойкилотермные животные тоже иногда могут повышать свой обмен, но происходит это у них гораздо проще. Они начинают усиленно питаться, больше «сжигают» корма, создавая больше тепла. Самый разительный пример — пчелы. Каждая отдельная пчела, как и любое другое насекомое, не может поддерживать температуру своего тела. Но пчелиная семья, как целостный самостоятельный организм, теплокровна. Пчелы в отличие от остальных насеко-

мых на зиму не засыпают. Брошенные в своих маленьких домиках на произвол снежных вьюг, они и в зимнюю стужу при —30 градусов остаются активными, а температура их «зимнего клуба» может в это время достигать +35.

«Клуб» создается с наступлением зимних холодов. Как только температура наружного воздуха понизится, пчелы собираются вокруг ползущей по сотам матки в большой плотный шар. Пчелы, находящиеся внутри, поближе к матке, усиленно питаются, «сжигая» много высококалорийного меда, и выделяют при этом массу тепла. Пчелы наружных слоев шара согреваются этим теплом и, сбившись в плотную массу, не дают остывать своим сестрам. Когда же мерзнуть им становится невмоготу, они расталкивают своих соплеменниц и пробираются внутрь, обнажая лежащий под ними пчелиный слой. В таком однообразном движении проводят они всю зиму, съедая за это время не один килограмм меда.

Особенно много тепла у пчел выделяют личинки. И не мудрено. Кормилицы кормят своих подопечных около 1300 раз в сутки. Однако в холодную погоду разбросанные по отдельным ячейкам личинки обогреть себя не в состоянии, и, чтобы расплод не погиб, а для его существования температура в гнезде должна равняться 35 градусам, рабочие пчелы плотным слоем собираются на сотах, собственными телами предохраняя личинок от холода. Если и этого недостаточно, наседки, тесно сгрудившись, начинают переминаться с ноги на ногу, взмахивают крыльями и дрожат, стараясь повысить температуру своих тел и спасти расплод.

Постоянную температуру пчелы поддерживают лишь в центре улья, где растет и развивается их потомство. На периферии она может быть значительно ниже. Но это ничего не значит. У теплокровных животных постоянной может быть тоже лишь температура в глубине организма. Температура кожи и особенно конечностей значительно ниже. В плавниках китов и тюленей, в конечностях горных козлов и северных оленей она может опускаться ниже 10 гра-

дусов. Интересно, что и при такой низкой температуре работоспособность мышц у этих животных не падает.

Вероятно, способность без вреда для здоровья переносить частичное охлаждение тела вырабатывается путем тренировки. Северяне даже в жестокие морозы не защищают кожу лица. Австралийские аборигены легко переносят охлаждение ног до 12—15 градусов. В холодные ночи они, как обычно, спят прямо на земле у слабо тлеющих костров, ничем не прикрывая свое тело от холода. При этом согревается лишь одна сторона тела, другая сторона и конечности остаются холодными. Европейцы, безусловно, так спать не могут. Мы обычно просыпаемся уже при очень незначительном понижении температуры нижних конечностей.

Охлаждение конечностей для водных животных — важная проблема. Тело китов и тюленей завернуто в толстый слой жира, в котором кровеносные сосуды развиты очень плохо. Через жир эти животные, обитающие обычно в очень холодной воде, почти не отдают тепло. Совсем другое дело плавники и ласты. Жиром они не защищены, а кровеносная система здесь развита очень сильно, ведь работающим мышцам необходим значительный приток крови. Горячая кровь, поступая в конечности, выносит через эти естественные прорехи большое количество тепла. Ластоногие не могли бы существовать, не будь у них одного замечательного приспособления.

Крупные артерии, по которым у китов и тюленей в плавники и ласты течет горячая кровь, оплетены густой сетью мелких вен, по которым охлажденная на периферии кровь возвращается обратно в сердце. Благодаря этому артериальная кровь, еще до того как попадет в мышцы, отдает венозной большую часть своего тепла и в дальнейшем почти не охлаждается, а нагретая венозная кровь возвращается в общее русло и не охлаждает организм. Удивительный теплообменник, сконструированный самой природой, позволяет крови, уходящей на периферию тела, оставлять весь излишек тепла на по-

роге жирового барьера. Аналогичные приспособления есть в подмышечных впадинах пингвина, которые препятствуют утечке тепла через его ласты.

Другой прорехой в теле теплокровных животных, через которую в организм проникает холод, служат легкие. Холодный воздух соприкасается там непосредственно с кровью. Внутренняя поверхность легких очень велика (у человека среднего роста она приблизительно равна 90 квадратным метрам, а это почти в 50 раз больше всей поверхности кожи), и можно было бы ожидать, что кровь в них сильно охладится и ее температура станет ниже температуры тела, что, в свою очередь, неизбежно вызовет охлаждение всего организма. Но этого не происходит. При высоких температурах окружающей среды температура оттекающей от легких крови становится ниже, чем притекающей, а на холоде, наоборот, выше. Правда, изменения очень незначительны, не более 0,03 градуса, но этого оказывается достаточно, чтобы зимой и летом поддерживать постоянную температуру тела.

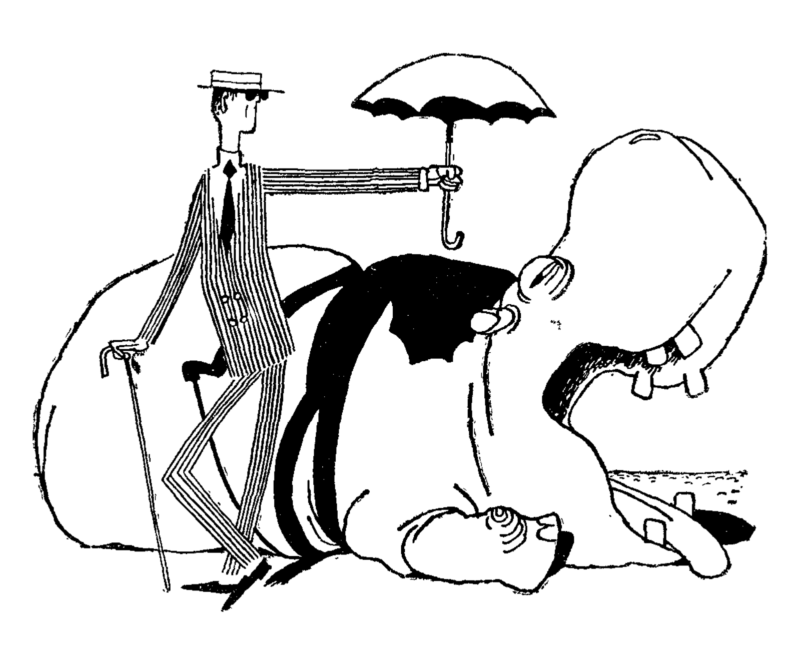
Почему оттекающая от легких кровь в жаркую погоду оказывается охлажденной, понятно: тепло расходуется на испарение. Каким образом она в холодную погоду подогревается, удалось понять сравнительно недавно. О том, что воздух, проходя через дыхательные пути, еще в носовых пазухах, гортани, трахее и бронхах частично подогревается и смешивается с имеющимся в них теплым воздухом, благодаря чему происходит значительное сглаживание разности температур, знали давно. И все-таки приходящий зимой в легкие воздух даже после этого остается значительно холоднее крови и должен ее охлаждать. Наблюдающийся же в действительности подогрев объясняется тем, что легкие у человека и теплокровных животных выполняют функцию теплопродукции, являясь одним из основных источников тепла в организме. В легочной ткани много высококалорийных жиров. В холодную погоду (только в холодную!) они «сгорают», выделяя большое количество тепла, и создают защитный тепловой барьер,

препятствующий охлаждению организма. Таким образом, и эта прореха организма надежно прикрыта.

Человек охлаждается, испаряя воду в легких и с кожи. Многим животным охлаждаться сложнее. У грызунов нет потовых желез. Когда жарко, грызуны начинают учащенно дышать, все больше и больше испаряя из легких воды. Аналогичным образом охлаждают себя собаки и коровы.

Если учащение дыхания не спасает грызунов от перегревания, они начинают увлажнять свою шерстку слюной. Так же поступают опоссумы и австралийские сумчатые — жители жарких пустынь.

Пчелы используют и испарение и вентиляцию. Когда температура в улье угрожающе поднимается, одни из них разбрызгивают по сотам воду. В это время другие, выстроившись рядами у летка, усиленно машут крыльями, устраивая ураган внутри своего дома и ускоряя испарение.



Не легко охлаждаться водным животным. Хотя вода в 20—27 раз теплопроводнее воздуха, тело китов и тюленей одето в такое толстое одеяло из жира, что практически не охлаждается. Если бы не было специальных приспособлений, кит мог бы, видимо, закипеть, ведь при движении со скоростью 36 километров в час в его теле вырабатывается столько тепла, что каждые 5 минут температура должна была бы возрастать на 1 градус. Охлаждаются киты и тюлени благодаря сосудистым сплетениям кожи. Пока киту холодно, артерии, проходящие к коже через слой жира, сжаты и сплетения запустевают. Во время движения температура тела повышается, тогда горячая кровь выносится в кожу для охлаждения.

Существует и второй механизм. Усиленная работа мышц всегда приводит к повышению кровяного давления. Естественно, что при этом артерии, идущие в ласты, расширяются и пережимают тесно оплетающие их вены. Кровь из ласт начинает оттекать по ранее не функционировавшим венам, тем самым работа теплообменника нарушается и тепло через ласты отдается окружающей воде.

У китов есть еще один способ снизить температуру тела. Когда им жарко, они начинают прополаскивать рот и носовую полость холодной водой и выпускать подогретую в виде мощных фонтанов.

Если все-таки энергичное противодействие организма не дало необходимого эффекта и температура тела продолжает повышаться, может наступить шок, который возникает вследствие теплового повреждения мозга. Интересно, что при согревании извне переносимая температура значительно ниже, чем при эндогенном (возникшем вследствие собственных процессов жизнедеятельности) повышении температуры тела. Человек теряет сознание, когда его температура под влиянием лучей солнца или теплого воздуха повышается всего лишь до 38,6 градуса, в то время как при очень интенсивной работе она без всяких вредных последствий может достигать 40, а при лихорадке, вызванной болезнетворными микроорганизмами, даже 42 градусов.

Строгое постоянство температуры тела, видимо, не всегда удобно. Во всяком случае, обитатели пустынь, *то есть областей типично континентального климата*, с резкими перепадами дневных и ночных температур, отступили от ортодоксальной теплокровности.

«Корабль пустыни» — верблюд, лучше других крупных теплокровных животных приспособившийся к жизни в песках, без всякого вреда переносит ежедневные колебания температуры тела, размах которых может достигать 5,5 градуса. Ночью, когда в пустыне холодно, его температура падает до 35 градусов. Это выгодно, он не расходует энергетические ресурсы на то, чтобы поднять ее выше. Днем повышается до 40,5. Верблюд не стремится ее снизить. Зато, если воздух хотя бы на полградуса-градус прохладнее (а так чаще всего и бывает), верблюд легко отдает наружу избыток тепла, возникающий во время работы.

Чтобы точно поддерживать температуру тела, нужно иметь специальные приборы, а то может случиться беда. У примитивных организмов, которые еще не обзавелись термометрами, нередко происходят несчастные случаи.

Теплолюбивые микроорганизмы, обитающие в кучах торфа, совершенно не умеют соблюдать правила пожарной безопасности. Нередко они выделяют чрезмерно много тепла и так нагревают торф, что происходит его самовозгорание. Их собратья, поселяющиеся во влажных трюмах судов на кипах хлопка, льна или пеньки, такие же ротозеи, как и торфяные теплолюбы. Если их разведется слишком много, в море может возникнуть пожар.

У теплокровных животных за температурой крови (а значит, и за температурой тела) внимательно следит тепловой центр мозга и терморецепторы кожи. Природа редко бросает на полпути интересные находки. Тепловая рецепция у некоторых животных получила такое развитие, что стала важнейшим приспособлением для изыскания пищевых объектов.

Особенно виртуозно пользуются терморецепцией хладнокровные животные. Им это легче, чем тепло-

кровным, у которых высокая температура тела маскирует и мешает улавливать слабые тепловые воздействия, идущие издалека. Чувствительные терморецепторы есть у многих насекомых: пчел, комаров, клопов, сверчков, клещей, а также у гадюк, удавов, гремучих змей и у других рептилий. У насекомых они чаще располагаются в антеннах для восприятия температурных сигналов, идущих издалека, или в лапках — для определения температуры почвы. Благодаря тому, что антенн две, насекомые могут очень точно определять источник тепла. Получив тепловой сигнал о присутствии жертвы, комар будет до тех пор изменять положение тела, пока обе крохотные трехмиллиметровые антенны не станут получать одинаковое количество тепла.

Наведение на цель очень точное и чувствительное. Инженеры-конструкторы ракет-перехватчиков, самонаводящихся на теплые объекты, ракеты или работающие моторы самолетов, пока не могут соперничать с насекомыми в чувствительности своих приборов.

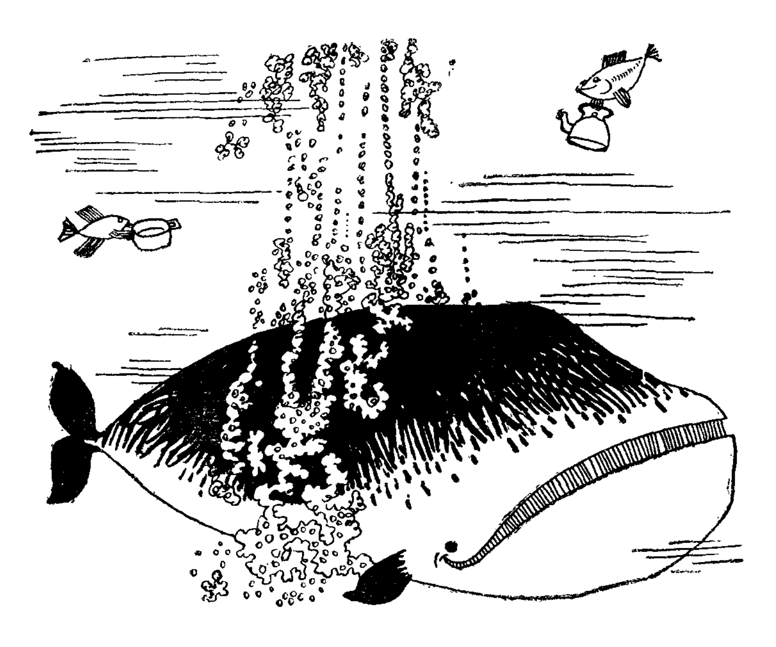
Крупные кровососущие клопы легко обнаруживают источник тепла даже с помощью одной антенны. Повертев ею в разные стороны, клоп без труда замечает, что, когда она вытянута, например, вправо, то нагревается быстрее, так как оказывается ближе к источнику тепла, и уверенно ползет вправо.

Температура кожи у различных людей далеко не одинакова, поэтому одни из нас больше привлекают кровососущих насекомых, другие меньше. Кому приходилось прогуливаться вблизи водоемов теплыми комариными вечерами, когда тучи ненасытных кровопийц не дают и шагу шагнуть, вероятно, не раз случалось удивляться стойкости рыболовов-любителей, способных простоять на берегу всю ночь.

А дело не только в стойкости. Кожа человека, разгоряченного ходьбой и интенсивной борьбой с комарами, значительно теплее, чем у спокойно стоящего на берегу человека, и привлекает комаров значительно больше. Поэтому-то рыболовов комары «едят» значительно меньше, чем прогуливающихся.

У рептилий парные органы для восприятия тепла

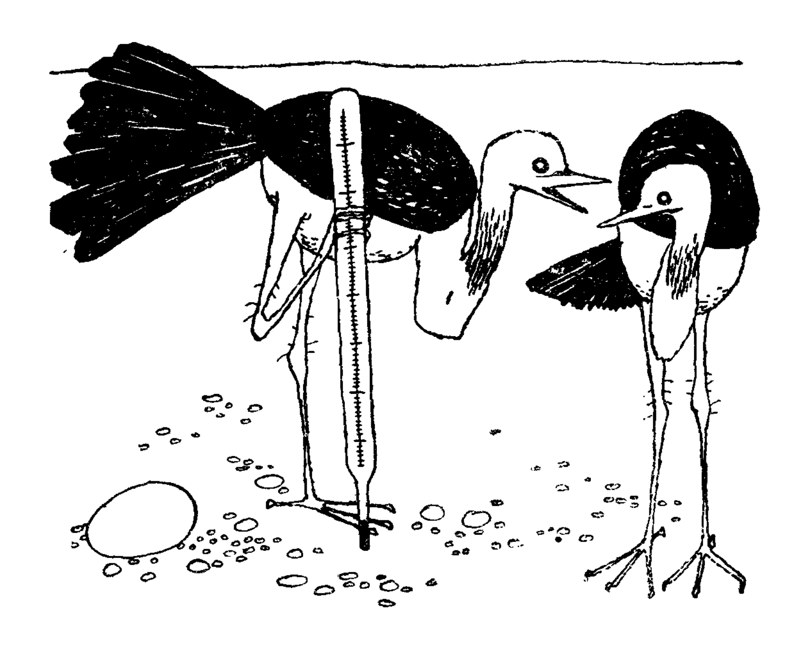
располагаются на морде, немного ниже глаз, иногда на нижней губе. Устройство их не сложно. В глубине ямки находится тонюсенькая мембрана всего в 15 микрон толщиной со множеством свободных нервных окончаний, а под мембраной — воздушная полость, которая препятствует потерям и без того ничтожного



количества тепла на нагревание окружающих тканей. Мембрана может улавливать изменения температуры в 0,002 градуса, которые создаются при расходе всего 0,000 000 005 калории в секунду.

Благодаря этому змея на довольно большом расстоянии различает предметы, температуры которых отличаются от окружающих предметов всего на 0,1 градуса. Ясно, что при такой тонкой чувствительности змея в полной темноте безошибочно направится к сидящей где-нибудь под кустом «горячей» мышке или чуть теплой лягушке.

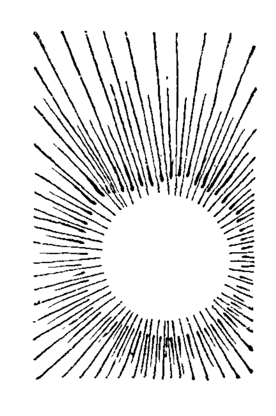
Термочувствительные органы теплокровных



устроены проще. Мегаподы — сорные куры Австралии и Новой Гвинеи выводят птенцов в специально сооружаемых инкубаторах, больших кучах гниющего мусора, где высокая температура поддерживается за счет гниения. Уход за инкубаторами у сорных кур поручается мужской половине, как существам, безусловно, технически более грамотным, чем легкомысленные несушки. Такое распределение функций вполне оправдано, клюв у петухов является прекрасным термометром. Опустив его поглубже в мусор, птица точно определяет температуру. Если она выше 33 градусов, приходится разгребать кучу, чтобы ее охладить; если ниже, добавить топлива — новую порцию гниющего мусора.

Устройство термометра несложно. Клюв сам имеет температуру 33 градуса. Петуху остается лишь понять, в какую сторону отличается температура кучи. Это уже не трудно и доступно даже человеку.

ЖАР-ПТИЦА



СОВСЕМ КАК В СКАЗКЕ

В некотором царстве, в некотором государстве жил-был царь Берендей. И был у царя сад великолепный, и росла в том саду яблоня с золотыми яблоками.

Стал кто-то сад посещать, золотые яблоки воровать. Послал тогда царь своего младшего сына Ивана-царевича сад стеречь. До глубокой ночи ходил Иван — никакого вора не видал. Вдруг осветился сад ярким светом. Видит царевич: села на яблоню Жар-птица и рвет золотые яблоки. Схватил было Иванушка Жар-птицу за хвост, да вырвалась она и улетела. Только одно перо осталось, и такой был свет от этого пера, что весь сад казался огненным...

Вот о какой удивительной птице рассказывает одна из старинных русских сказок. Знают эту сказку, вероятно, все, но мало кому известно, что и Иван-царевич, и царь Берендей, и Кащей Бессмертный и даже Елена Прекрасная выдуманы. Только Жар-птица настоящая, и полюбоваться на нее удавалось не одним царевичам.

9 сентября 1864 года Феодор, дьячок староладожского Георгиевского собора, что стоит на крутом берегу могучего Волхова, возвращался с крестин домой. Был теплый вечер, небо заволокло низкими, тяжелыми облаками. Шел мелкий осенний дождь. Дьяк здорово подгулял, и его старческие ноги, давно уже не очень послушные, совсем отказывались идти.

Путаясь в полах намокшей рясы, спотыкаясь и скользя по раскисшей земле, Феодор с трудом находил тропинку.

Слабый шум дождя заглушал все прочие звуки, только где-то внизу у воды брякал колокольчик стреноженной лошади да время от времени тишину нарушал свист крыльев летящих с Волхова утиных стай. Утки пугали Феодора. Он вздрагивал, крестился нетвердой рукой и брел дальше, высматривая в темноте близкий обрыв. Вдруг навстречу, как падающая звезда, устремилась светлая точка. В мгновенье она превратилась в светящееся пятно, раздался характерный шум крыльев, и все исчезло. Поднявшись с мокрой травы, куда он от неожиданности свалился, дьяк долго грозил кулаком вслед улетевшей птице. Наутро в приходе узнали, что черт, обернувшись птицей огненной, пытался сбросить Феодора с обрыва, но был посрамлен и отогнан.

Настоятель собора, не одобрявший веселых кутежей Феодора, дабы оградить дьяка от богопротивных видений, наложил на него покаяние: пятьдесят поклонов в день перед иконой богоматери. Поклоны не помогли. По селу поползли слухи о появившейся в округе жар-птице. Каждый вечер она попадалась кому-нибудь на глаза. Как только наступала вечерняя темнота и начинался утиный лет, появлялась и светящаяся утка. Ее встречали до конца сентября и всегда одну. Затем она исчезла, видимо, улетела на юг.

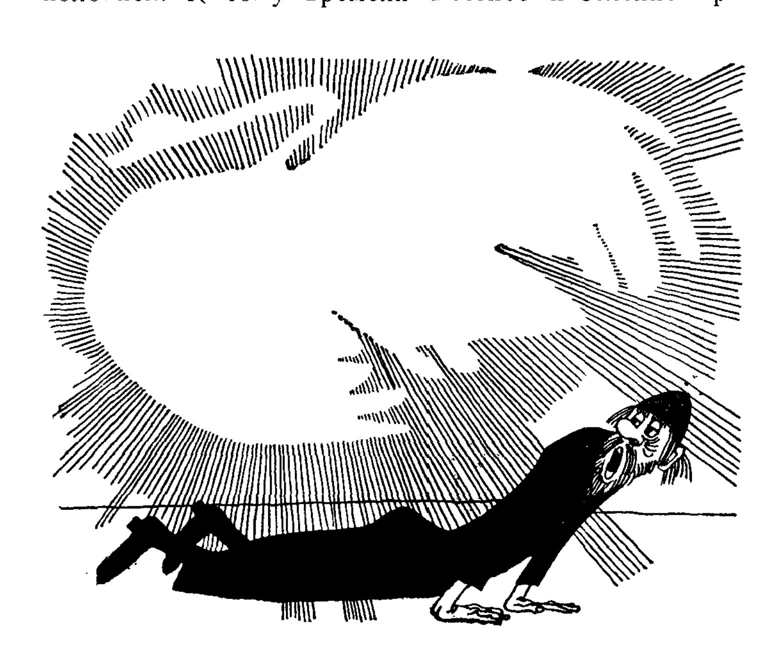
Сообщения о жар-птицах поступали и из других мест. Под Архангельском охотники-поморы видели и даже пытались добыть двух светящихся гусей, но безуспешно. В Ярославской, Симбирской губерниях, в ГДР, ФРГ, Франции, Англии неоднократно замечали светящихся филинов или крупных сов. Но, пожалуй, наиболее интересный случай произошел на Черном море у Лебяжьих островов. Местный рыбак рассказал заезжему из Севастополя мичману о светящемся лебеде. Ночью мичману не только удалось полюбоваться изумительным зрелищем, но и убить редкую птицу. Светились только перья. Принесенная

в дом рыбака птица осветила комнату слабым светом, однако достаточным, чтобы читать печатный шрифт. Свечение продолжалось всю ночь, но уже на другой день перевезенные в Севастополь перья почти утратили эту способность.

Вот какие странные вещи происходят иной раз в мире. И не случайно отец Феодор свалил все на нечистую силу. Не он один поступал так в подобных случаях.

Не менее таинственные истории, взбудоражившие сотни людей, происходили в конце прошлого века и на далеких островах Индийского океана.

Остров Новая Гвинея открыли еще в начале XVI века, но его девственные леса были так неприступны и населены столь воинственными племенами, что европейские колониальные державы долго не пытались им овладеть. Только триста с лишним лет спустя голландцы объявили его западную часть своей колонией. К тому времени местное население при-



брежных районов уже хорошо знало белых поработителей и отчаянно сопротивлялось. Папуасские воины, прекрасно приспособленные для жизни в джунглях, умеющие посылать без промаха отравленные стрелы, наводили на захватчиков ужас. Их черная кожа, татуировка и украшения для ушей и носа, придающие чертам лица свирепый вид, умение бесшумно появляться и так же бесшумно исчезать вызывали суеверный страх. Не случайно голландцы окрестили свою колонию «страной самого дьявола».

Туго приходилось захватчикам. Чтобы уберечь свои поселения от папуасов, голландцы строили их в труднодоступных местах. Так на небольшом участке песчаного пляжа, отделенного от острова тридцатикилометровой полосой мангровых зарослей с непроходимыми трясинами и топями, возник город Бабо. И все-таки поселок приходилось бдительно охранять, папуасы время от времени совершали набеги, то проникая сквозь мангры, то приплывая морем.

В ту памятную для жителей Бабо ночь, о которой пойдет рассказ, стояла ужасная погода. Еще днем тяжелые низкие тучи закрыли все небо. Ночью стало совсем темно, а свист ветра и шум волн заглушали все остальные звуки. Страшно в такую ночь одному, и караульный, охранявший поселок со стороны пляжа, невольно жался к ближайшим строениям, прячась от долетавших даже сюда брызг морского прибоя. И напряженно всматривался в непроглядный мрак ночи, вслушивался в грохот волн, стараясь различить в какофонии бури какой-нибудь необычный, предвещающий опасность звук. Вдруг слабый, едва различимый свет на берегу привлек внимание солдата. Свет, казалось, приближался, он струился вдоль берега узенькой лентой, становился ярче, побежал цепочкой светящихся пятен, ближе, ближе, и вот в каких-нибудь двух-трех метрах от себя караульный увидел на песке вереницу ярко светящихся следов босой человеческой ступни. Они неведомо откуда возникали и через несколько секунд бледнели и гасли.

Почти теряя от страха сознание, дождался солдат

своей смены, а утром выяснилось, что из соседнего дома пропал человек. Он вышел ночью на улицу и не вернулся.

Кто, кроме дьявола, мог оставить огненные следы и похитить взрослого мужчину? Подозрение пало на него. Навели справки среди усмиренных папуасов, и они подтвердили: «Соанги! Дьявол!»



С тех пор огненные следы соанги время от времени появлялись в Бабо. Дьявол выбирал для своих визитов темные бурные ночи, и всегда его посещения приносили несчастья. То уносило в море лодку, то убегала в мангры свинья.

По-видимому, соанги был морским дьяволом, так как следы появлялись только на пляже. Веру в сатану подорвал случай с одним из голландских колонистов. Вечером в сгустившихся сумерках он пошел проверить, хорошо ли привязаны лодки, и соседи с ужасом увидели, что за ним тянется светящийся

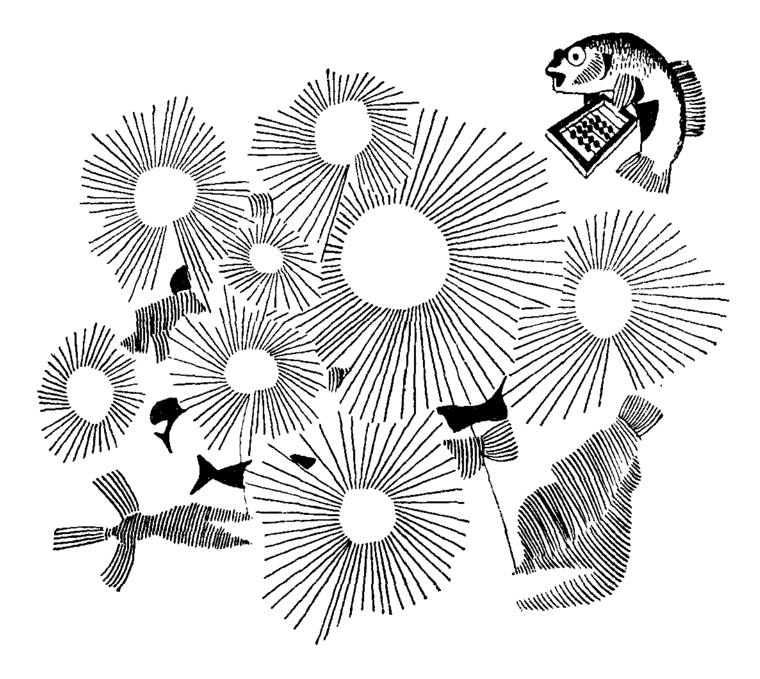
след. Несчастного заподозрили в связи с нечистой силой. Ему грозил самосуд и, вероятно, смерть. Спасение пришло неожиданно: посланные за ним в погоню люди сами оставляли на мокром песке огненные следы. Впоследствии выяснилось, что изредка бывают ночи, когда каждый пришедший на берег оставляет светящийся след.

Кто же был этот таинственный морской соанги и как ему удавалось зажигать мокрый морской песок? Откуда взялись удивительные светящиеся существа, ставшие прототипом сказочной жар-птицы? В этой загадке ученым не скоро удалось разобраться, и суеверным голландским колонистам пришлось натерпеться всякого ужаса.

РАЗГАДКА ТАЙНЫ

Безусловно, дьявол, каким бы он ни был, морским или сухопутным, не имеет отношения ни к огненным птицам, ни к светящимся следам. Свечение распространено в природе очень широко, и каждый с ним, наверное, сталкивался. Светятся в темноте гнилушки, иногда по ночам чудесно светится море. Об этом знали еще в древности, не могли только понять причины. Впоследствии удалось выяснить, что светится не сама древесина или вода, а поселившиеся в ней микроорганизмы. Они не одиноки на нашей планете. Способностью светиться обладают самые разнообразные животные и растения. Сейчас на Земле насчитывается более 1100 видов животных, чей свет несколько смягчает мрак в тех местах, где им приходится жить.

Свечение бывает наружное и внутриклеточное. В первом случае у животных есть два типа клеток. В одних содержатся крупные желтые тельца особого вещества — люциферина, в других мелкие гранулы фермента люциферазы. Когда животному придет в голову зажечь свои огни, оно с помощью мышечных сокращений выдавливает эти вещества в межклеточные пространства или даже наружу, здесь люциферин окисляется с помощью люциферазы, и возникает



свечение. Оно может возникнуть только в воде и при достаточном количестве кислорода.

При внутриклеточном свечении и люциферин и люцифераза находятся в одной и той же клетке. Как при этом зажигается свет, никто толком не знает. Возможно, животные резко усиливают подачу в клетки свободного кислорода.

Свечение животных организмов обычно вызывает удивление. Действительно, как могло возникнуть такое на первый взгляд необычное для живых существ свойство? Не одно поколение ученых приходило в замешательство от этого вопроса. Лишь в наши дни оно перестало казаться удивительным.

Исследования, пролившие свет на происхождение биолюминесценции, начались более 30 лет назад. Советские ученые В. Лепешкин и А. Г. Гурвич открыли сверхслабое свечение у самых обычных растительных клеток. Свечение было настолько слабым, что в те

годы не удалось даже сконструировать приборы, которые могли бы их уловить и измерить. Такие приборы создали лишь в самое последнее время. С их помощью ученые смогли установить, что хемилюминесценция, то есть превращение химической энергии непосредственно в световую, очень распространенное явление. Многие вещества при окислении способны светиться, в том числе некоторые жиры. Оказалось, что ткани растений и животных постоянно светятся, особенно интенсивно во время работы. Например, поверхность сокращающегося сердца лягушки дает непрерывное световое излучение.

Свечение тканей животных происходит в основном за счет окисления жиров — липидов. В процессе этих химических реакций возникают возбужденные молекулы, в которых электроны перешли на более высокие орбиты. Когда затем электроны возвращаются на прежние уровни, энергия, которая при этом высвобождается, используется для построения новых химических связей или отдается вовне в виде квантов света. Происходящие в этом случае процессы прямо противоположны фотосинтезу, где свет вызывает переход электрона на более высокий уровень, и энергия используется для синтеза углеводов.

Позже выяснилось, что сверхслабая биолюминесценция возникает в организме не только при случайном окислении липидов, но и во время необходимых для поддержания жизни химических реакций. А раз так, было бы странно, если бы не нашлось организмов, которые сумели бы развить, усовершенствовать и использовать это явление. Таких животных на Земле немало, а все остальные, в том числе и мы с вами, светимся, к сожалению, сверхслабо.

Большая часть светящихся организмов живет в морях и океанах. Наиболее распространены перидинеи — крохотные жгутиковые организмы. Это они создают неповторимые по красоте картины светящегося моря. В спокойном состоянии перидинеи не светятся. Только потревоженные движением воды от проходящего судна, на гребнях волн или в зоне морского прибоя они на несколько мгновений вспыхива-

ют ярким светом, чтобы, израсходовав весь запас энергии, погаснуть.

Изумительное зрелище представится ночному пловцу, рискнувшему нырнуть в те дни, когда в воде скопилось много перидиней. Каждое движение вызывает фейерверк. За стеклом подводной маски в разные стороны разлетаются тысячи искр, как будто кто-то зажег десятки бенгальских огней. Зрелище настолько восхитительно, что раз увидевший его запомнит на всю жизнь.

Выброшенные с морской пеной на влажный берег, перидинеи не гибнут и вскоре восстанавливают способность светиться. Если их много, то идущий по берегу человек оставляет за собой цепочку ярко горящих следов. Это отдохнувшие перидинеи отвечают вспышкой света на раздражение, вызванное человеческой ногой.

Огненные следы на берегу океана наблюдали не только на Новой Гвинее, их видели и в других местах, как в тропических, так и в полярных странах. Известный исследователь Норденшельд описывает огненные следы на смоченном морской водой снегу побережья Шпицбергена и островах Де-Лонга. Здесь светились те же перидинеи или веслоногие рачки — метридии.

Крупные животные чаще всего неспособны вырабатывать люциферин. Они светятся, потому что дают приют светящимся микроорганизмам. Такое содружество называется симбиозом, что означает союз между организмами, основанный на взаимовыгодных условиях. Организм-хозяин создает условия, необходимые для жизни его маленьких светящихся друзей, а те, в свою очередь, платят ему веселым лучиком света.

В порядке симбиоза всегда сосуществуют два совершенно определенных вида животных, которые порознь не живут. Но кроме таких постоянных, из века в век существующих союзов, иногда при благоприятных обстоятельствах может возникнуть временное сожительство. Случайные светящиеся поселенцы, прижившиеся на птичьих перьях, и создают сказоч-

ных жар-птиц. Чаще это водоплавающие, обитающие на побережье морей и океанов. На их перьях, видимо, поселяются морские микроорганизмы. Филины и совы, всю жизнь живущие в дуплах старых гниющих деревьев, заражаются светящимся грибком.

ЖИВЫЕ ФОНАРИКИ

Большинство светящихся организмов живет в океане. Особенно много их на большой глубине, и это понятно: в кромешной мгле океанских глубин свет дают только живые существа. У самых маленьких из них светится все тело, у более крупных имеются специальные органы. Особенно совершенно устроены органы свечения у некоторых головоногих моллюсков и морских глубоководных рыб. Впрочем, обитатели поверхности океанов стараются от них не отставать. У побережья Америки, в Тихом и Атлантическом океанах, встречаются стайки морских мичманов — небольших рыбок, длиной 25—35 сантиметров. Обычно эти рыбы обращают на себя внимание в период размножения, так как мечут икру вблизи берега, в устьях рек и по морским мелководным заливам. По окончании нереста самки уплывают, а самец остается охранять икру, пока из нее не вылупятся мальки.

Поговорка «нем как рыба» к мичманам не относится, они способны издавать звуки. Охраняющий икру самец беспрерывно жужжит, очевидно отпугивая врагов. Вероятно, поэтому рыбки и снискали себе такую широкую известность.

Свое название мичманы получили за своеобразную окраску и светящиеся точки, расположенные правильными рядами, как блестящие пуговицы на морском мундире. Фонарики мичмана, их около трехсот, устроены очень сложно. Это как бы миниатюрные живые прожекторы.

Снаружи орган одет темной непрозрачной оболочкой. Внутри она блестящая, хорошо отражающая свет, — это рефлектор. В передней части находится

прозрачная линза, концентрирующая световой поток. Внутри — светящаяся в темноте слизь. Морской мичман вряд ли пользуется своими «фонариками» для освещения. Предполагают, что светится он только в брачный период.

У «съедобного кальмара» и многих других животных световые органы используются для освещения. Они обычно бывают значительно больших размеров и располагаются в передней части тела, иногда над глазами или даже на глазах и, следовательно, освещают ту часть пространства, куда смотрит животное. Часто есть приспособление для того, чтобы гасить свет. Это кожная складка, в нужный момент закрывающая светящийся орган.

Свет, испускаемый живыми организмами, может быть разного цвета: белый, сине-зеленый, рубиново-красный. Иногда одно животное снабжено фонариками 3—4 цветов. Вероятно, цветной свет имеет ряд преимуществ, так как многие животные, не научившиеся его вырабатывать, пропускают поток ахроматических лучей через окрашенные линзы своих фонариков и с их помощью устраивают веселую цветную иллюминацию. Светящаяся слизь внутри живого прожектора обычно бывает скоплением светящихся микроорганизмов. Так поступают крупные существа, они предоставляют жилплощадь своим маленьким друзьям.

Но бывает и иначе. Почти во всех морях мира обитают одноклеточные жгутиковые организмы ночесветки, крохотные шарики, размером не более 2 миллиметров. С одной стороны у шарика есть глубокое вдавление — рот. Если рассматривать ночесветку через увеличительное стекло, можно разглядеть у нее длинное поперечно исчерченное щупальце и короткий продольно исчерченный жгутик.

Ночесветки обладают способностью светиться. В теле некоторых из них, обитающих в тропических морях, сотнями поселяются другие микроскопические жгутиковые организмы — криптомонады. Что же заставляет их жить вместе?

В теле криптомонад есть хлорофилл. Они так же,

как зеленые растения, могут извлекать из окружающей среды углекислый газ и синтезировать из него крахмал. Но синтез идет только на свету. Пользуясь даровым освещением и углекислым газом, а его в теле ночесветок образуется много, поселившиеся здесь криптомонады могут синтезировать крахмал даже ночью. Ночесветки тоже не страдают от подобного содружества. Криптомонады помогают им избавляться от вредного углекислого газа, а взамен снабжают кислородом, образовавшимся во время синтеза крахмала.

Морские пучины и тропические лесные дебри излюбленное место обитания живых фонариков, но и под пологом нашего северного леса вспыхивают по ночам крохотные огоньки.

Середина лета — лучшая пора русского леса. На земле у подножья деревьев зеленое море разнотравья, а на солнечных полянах уже порозовела, набирая силы, первая земляника. С наступлением сумерек на полянах, по обочинам дорог и в лесной чащобе зажигаются веселые зеленоватые фонарики. Их свет придает особую, таинственную красоту ночному лесу. Кажется, будто молоденькие озорные звездочки, напроказившие где-то там, высоко в небе, спрятались в густую траву от своих строгих воспитателей. Но это не звездочки и не рассыпанные каким-нибудь ротозеем угольки.

Возьмите в руки любой — он холодный. Это светится небольшое насекомое — ивановский червячок, или, как его еще иначе называют, светлячок. Мало кому попадались они на глаза днем. Светлячки — ночные насекомые. Днем они прячутся в густой траве, а ночью выходят на охоту. Ивановские червячки — хищники, они питаются улитками, паучками и маленькими насекомыми.

Самец и самка у ивановского червячка очень непохожи друг на друга. Самка более крупная, в 2—3 сантиметра длиной, с маленькой головкой, грудью, на которой расположены 3 пары ног, и большим мясистым брюшком. Вся она буро-коричневого цвета, за исключением нижней стороны трех последних чле-

ников брюшка. Эти членики белые. Они-то и светятся. Сквозь хитиновую оболочку брюшка свет легко распространяется, богато пигментированные хитиновые покровы на спинной стороне тела его почти не пропускают.

Днем самка прижимает брюшко к земле и становится почти незаметной. Но как только лес окутает сумрак ночи, она поспешно выбирается из своего укрытия, залезает на высокий стебелек и повисает вниз брюшком, изгибая его так, чтобы нижняя сторона была вывернута вверх: свет особенно хорошо должен быть виден сверху. Фонарик служит для привлечения самцов. Свет ивановских светлячков довольно яркий и виден издалека. С помощью одного светлячка, водя им по строчкам, можно читать книгу.

Самцы светлячков значительно меньше самок и хорошо летают, зато светиться почти не могут.

Природа подарила русскому лесу только один живой фонарик, одно светящееся насекомое. Другой вид светлячков обитает у нас на Кавказе. Они светятся во время полета. Носящиеся в воздухе красноватые искорки придают особое очарование темным южным ночам.

Свечение — очень распространенное явление природы, но, смешно сказать, мы до сих пор не знаем, как используют свой свет большинство живых организмов. Только с лесными светлячками все ясно. Свет им необходим, чтобы в брачный период самцы находили самок. В тропиках, где обитает множество разных светлячков, они мигают короткими вспышками света. Просто светиться нельзя, их бы постоянно путали самцы, и род светлячков мог бы исчезнуть с лица земли. Ведь ошибка стоила бы самцу жизни: самка, обнаружив, что перед ней «чужой» кавалер, непременно слопает такого нерадивого путаника.

Чтобы избежать возможной неразберихи, светлячкам пришлось выработать очень сложную систему сигнализации. Летящие по ночному лесу самцы посылают в темноту призыв — ритмические вспышки света. Заметив сигналы, сидящая на земле или в ветвях самочка начинает отвечать, причем у каждого ви-



да светлячков — через строго определенное время после сигнала самца. По величине интервала между призывной и ответной вспышкой света самец определяет, которая из ответивших самок «своя», а которая «чужая». Если самочка ошибется и начнет посылать ответы немножко раньше или немножко позже, чем полагается, это может ввести в заблуждение крылатого кавалера.

Не удивительно, что такая система сигнализации не привилась повсеместно. Рассудительные «мужчины» не захотели зависеть от своих легкомысленных дам. Светлячки, живущие в Юго-Восточной Азии, не носятся по ночам в кромешной темноте в поисках подруги. Спокойно рассевшись по ветвям где-нибудь на лесной полянке, они все вместе, сколько бы их тут ни было, строго одновременно посылают во мрак световой сигнал, и ночной лес озаряется ритмическими вспышками, словно кто-то установил в джунглях огромный транспарант вроде тех, что появляются в

праздничные дни на улицах наших городов. Самкам остается только разыскать с нетерпением поджидающую их компанию кавалеров, определить по частоте вспышек, свои это или чужие, и выбрать, к кому из них подлететь.

Свечение используется при защите от врагов. В глубинах океана обитают кальмары и каракатицы, которые спасаются от нападающих врагов тем, что выбрасывают облако светяшейся жидкости, которое по форме и размеру очень напоминает их самих. Не мудрено, что кровожадному преследователю случается обмануться и наброситься на светящуюся подделку, тогда как ее хозяин, не теряя времени, скрывается во мраке.

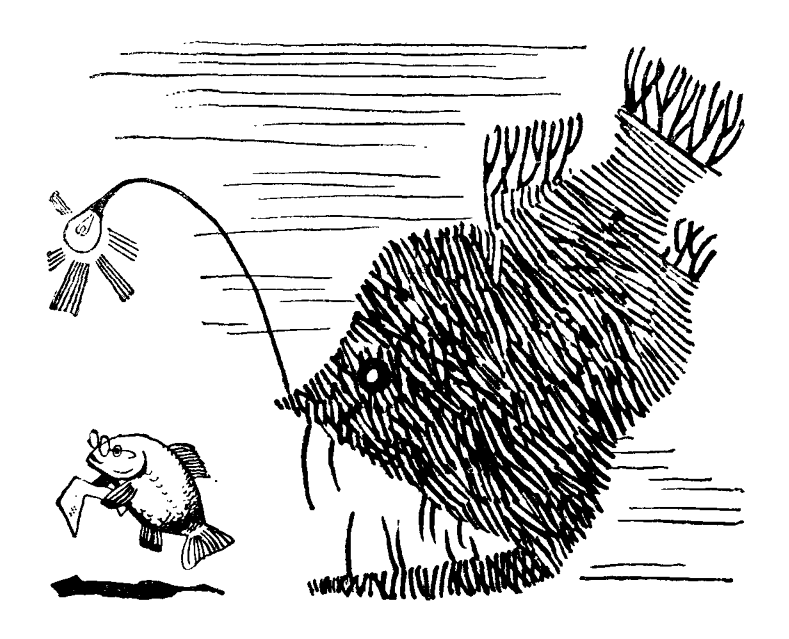
Так же поступают многие мелкие морские рачки. Около рта у глубоководных креветок расположены специальные железы, из которых в случае опасности вытекает световое облако. Подвергшаяся нападению стайка креветок тотчас отгораживается от хищника «огненной» завесой из множества светящихся пятен и бросается врассыпную.

Многие животные «зажигаются», только оказавшись в чьих-нибудь зубах. Это тоже средство защиты: может, хищник испугается или откроет рот от удивления, и тогда удастся удрать. Особенно хитро поступают некоторые черви. Если их разрезать пополам, начинает светиться только задняя половина, передняя такой способности не обнаруживает.

Один из пионеров изучения морских глубин, Уильям Биб, во время глубоководного погружения увидел за стеклом иллюминатора крупного, слабо светящегося червя. На глазах наблюдателя этот незадачливый червяк, видовую принадлежность которого исследователь определить не сумел, был перекушен надвое. Хвостовой конец вспыхнул ярким светом и был тотчас же проглочен. Совсем по-другому повел себя головной обрывок. Он тотчас погасил огни и поспешно скрылся во мраке. У большинства червей очень сильно развита способность к регенерации утраченных частей тела, видимо, и у этого червя хвост очень скоро отрастет вновь. Вероятно, свечение, так же как

судорожные подергивания отброшенного ящерицей хвоста, служит только для того, чтобы отвлечь внимание нападающего и, пожертвовав менее ценным, спасти основное.

Не исключено, что есть и другие способы использования живого света для защиты от врагов. Может быть, существует световая сигнализация. Ведь яркая вспышка крохотного рачка, попавшего в зубы к сардине, не что иное, как сигнал опасности. Скопление рачков, потревоженное напавшими на них рыбами, ярко светится, сигнализируя своим собратьям, что здесь опасность. Возможно, вспышки крохотных ночесветок на гребнях волн служат сигналом для остальных, что нужно опускаться на глубину. Пока это только предположения. Насколько они справедливы, судить трудно. Никто не знает, есть ли какая-нибудь польза самой ночесветке оттого, что она может светиться.



Подавляющее число светящихся организмов живет в кромешной темноте. Казалось бы, что свет живых прожекторов нужен им в первую очередь для того, чтобы освещать себе дорогу. Но, приглядевшись к ним внимательнее, убеждаешься, что большинству из них светящиеся органы служат в лучшем случае лишь для того, чтобы находить друг друга и узнавать сородичей по цвету и рисунку светящихся пятен да для привлечения добычи. Очень интересным устройством снабжены глубоководные удильщики. У них один из лучей спинного плавника достигает очень большой длины и направлен не назад, как остальные, а вперед. С этого своеобразного удилища прямо над самой пастью чудовища свешивается приманка — грушеобразное утолщение, очень ярко окрашенное, а у многих к тому же еще и светящееся. Не нужно объяснять, что подводные обитатели, неосмотрительно заинтересовавшиеся этой приманкой, вмиг оказываются в зубах коварной рыбины.

ЖАР-ПТИЦА У НАС НА СЛУЖБЕ

Сказочный царь Берендей, узнав о существовании Жар-птицы, захотел иметь эту диковинку у себя дома. Пользоваться живым светом для собственных нужд повелось еще с древних времен.

В тропических лесах Бразилии растут грибы, у которых светится нижняя сторона шляпки. Местные жители давно используют их вместо карманных фонариков. Хоть свет и не очень яркий, но достаточный, чтобы ночью не спотыкаться на лесных тропинках.

Морских светящихся рачков использовали во время войны в японской армии. Каждый офицер носил коробочку с этими рачками. Сухие рачки не светятся, но стоит смочить их водой, и фонарь готов. Где бы ни находились солдаты: на бесшумно всплывшей в ночной тишине подводной лодке, в густых дебрях тропических джунглей или на бескрайних степных равнинах, всегда может возникнуть необходимость зажечь свет, чтобы рассмотреть карту или написать

донесение. Но делать этого нельзя. Ночью свет электрического фонарика или даже зажженной спички виден издалека, а слабый свет фонарика из морских рачков нельзя различить уже за несколько десятков шагов. Это очень удобно, нисколько не нарушает маскировки.

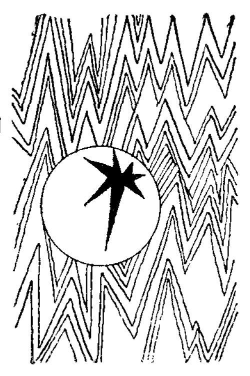
Можно использовать светящиеся организмы и для освещения домов. Для этого придумали специальные бактериальные лампы. Устройство ламп незамысловато: стеклянная колба с морской водой, а в ней взвесь микроорганизмов.

Свет одной бактерии ничтожен. Чтобы лампа давала свет, равный одной свече, в колбе должно находиться не менее 500 000 000 000 000 микроорганизмов. Но они малы, поэтому можно создавать довольно яркие лампы. Такими лампами в 1935 году во время международного конгресса был освещен большой зал Парижского океанографического института.

Будут ли люди в век атомной энергии и строительства гигантских электростанций использовать светящиеся организмы? Вероятно, будут. В последние годы началось интенсивное освоение морских глубин. На морском дне построены первые дома, в которых люди могут подолгу жить и работать. Очень заманчиво использовать на подводных дорогах естественное освещение — свет морских организмов. Некоторые ученые поддерживают эту идею.

Еще интереснее освоить в искусственных условиях превращение химической энергии непосредственно в световую. Лампы, работающие на этом принципе, должны быть очень экономичными, гораздо более выгодными, чем наши лампы накаливания. Ведь вся энергия, затрачиваемая при биолюминесценции, полностью переходит в свет, тогда как у ламп накаливания в свет превращается только 12 процентов затрачиваемой энергии. Кроме того, что тоже отнюдь не маловажно, для них не нужно тянуть издалека электрический кабель. Воплощение этой идеи вполне реально. Век бурного развития химии принесет нам, вероятно, и еще более удивительные открытия.

ЖИВОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО



НЕМНОГО ИСТОРИИ

В век гигантских электростанций на планете, покрытой густой паутиной линий высоковольтных передач, как-то совсем забыли, что электричество вошло в нашу жизнь благодаря животным. С электрическими явлениями древние египтяне были знакомы еще четыре с половиной тысячи лет назад. Об этом свидетельствует надгробный памятник в Соккаре, на котором изображен электрический сом, живущий в верховьях Нила.

В Европе с электричеством познакомились благодаря наблюдениям Фалеса Милетского еще за 600 лет до нашей эры. Он обнаружил, что кусочек янтаря, если его потереть, приобретает способность притягивать, а затем и отталкивать разные мелкие предметы.

Больше двух тысячелетий этот факт не привлекал особого внимания, пока Уильяму Джильберту не пришло в голову потере[redacted] кусочки стекла, сургуча, серы и других веществ. Обо всем, что произошло, Джильберт откровенно написал в 1600 году в своей книге «О магните, магнитных телах и великом магните земли». Кстати, это он придумал слово «электричество», от греческого «электрон», что значит «янтарь».

Книга Джильберта несколько оживила интерес к этим явлениям, однако изучение электричества проводилось разрозненными одиночками и на первых порах никаких выгод человечеству не сулило.



Неизвестно, когда бы за электричество взялись всерьез, если бы синьоре Гальвани, жене болонского профессора анатомии, не приходилось самой ходить в мясную лавку за куском говядины на обед. Впрочем, не только говядины: итальянский народ всегда отличался широтой взглядов и не брезговал такими деликатесами, как лягушачьи окорочка.

Рассказывают, что именно лягушачьи лапки, развешанные гроздьями на медных крючках, прикрепленных к железным перекладинам, поразили воображение синьоры Гальвани. К ее великому удивлению и ужасу, отрезанная лапка лягушки, касаясь железа, вздрагивала, точно живая. Утверждают, будто синьора так надоела мужу, рассказывая о напугавшем ее явлении, объясняя его близостью мясника с нечистой силой, что профессор решил сам пойти в лавку и выяснить, что там происходит.

Луиджи Гальвани знал о проведенных лет за три-

дцать до того наблюдениях, показавших, что мышцы человеческого трупа сокращаются, когда они получают разряд лейденской банки. Естественно, что Гальвани объяснил подергивания лягушачьих лапок в лавке мясника влиянием разрядов атмосферного электричества. Чтобы успокоить жену, ученый решил провести наблюдения за лягушками у себя дома. Опыт, поставленный в одну из грозовых ночей, блестяще удался: лапки мертвой лягушки, подвешенной на медном крючке к решетке балкона, время от времени дергались как живые.

Ни гроза, ни нечистая сила к сокращению мышц никакого отношения, конечно, не имели. Видимо, ветер раскачивал тушку, а когда она касалась чугунной балюстрады, замыкалась цепь между железом и медью, и электрический ток, возникающий в цепи разнородных металлов, как и полагается в таких случаях, вызывал сокращение мышц. Понять это сумел лишь Александр Вольта, что ничуть не умаляет заслуг Гальвани.

Его увлекли опыты с электричеством, и он занимался ими до конца своей жизни, уже в 1791 году опубликовав результаты первых наблюдений. Благодаря этим публикациям, а также, вероятно, и в силу общительного характера синьоры Гальвани, сенсационные слухи о возможности с помощью электричества «возвращения жизни» мертвому животному быстро распространились по всей Италии и далеко за ее пределы, захватив воображение мыслящего человечества и дав пищу для самой смелой фантазии.

Дальнейшие исследования окончательно убедили Гальвани в самой тесной связи жизни и электричества, в зависимости всех жизненных проявлений организма от «электрической силы». Это и помешало ему поверить в правоту предположений Вольты. Приводя в соприкосновение мертвых лягушек с медными и железными предметами, Гальвани убедился, что электричество берется не из атмосферы. Но где же оно тогда возникает: между медью и железом, как предполагал Вольта, или в самой лягушке? Гальвани было трудно поверить, что так тесно связанное с жиз-



нью явление могло бы само по себе возникать в неодушевленных предметах.

Ученые в то время знали только два источника электричества: трение и электрических рыб — скатов. Однако в металлах даже при трении электричества не обнаруживалось, и у Гальвани не появилось и тени сомнения. Позже он сумел доказать, что электричество действительно может возникать в организме.

Форма опыта была проста. Нерв одной лягушачьей лапки отрезался и сгибался в дугу. Нерв второй лапки отделялся вместе с мышцей и накладывался на первый так, чтобы касаться его в двух местах: у места перерезки и где-нибудь в неповрежденной части. В момент соприкосновения нервов мышца сокращалась. Существование «животного электричества» было доказано.

В десятках лабораторий эти опыты повторили. Ими занимались биологи, физики, математики, врачи. Из удобного объекта для биологических опытов лягушка в руках физиков очень скоро превратилась в удобный источник тока и в наичувствительнейший измерительный прибор. Не удивительно, что, получив такой универсальный прибор, имея постоянно дело с «живым электричеством», физики привыкли именно его считать истинным, а возникновение электродвижущей силы между разнородными металлами воспринимали скорее как явление парадоксальное. Недаром Вольта, создав гальваническую батарею, назвал ее искусственным электрическим органом.

Дальнейший рост знаний об электричестве также вызывался не потребностями техники. Об этом свидетельствует хотя бы такой факт. Еще в 1838 году академик Б. С. Якоби удивлял гуляющую петербургскую публику, совершая прогулки по Неве на моторной лодке, которую приводил в движение с помощью сконструированного им электромотора мощностью в одну лошадиную силу. (Напомним, что мощность первой паровой машины тоже не превышала одной лошадиной силы.) Понадобилось более 20 лет, чтобы первый электромотор попробовали использовать на промышленном предприятии.

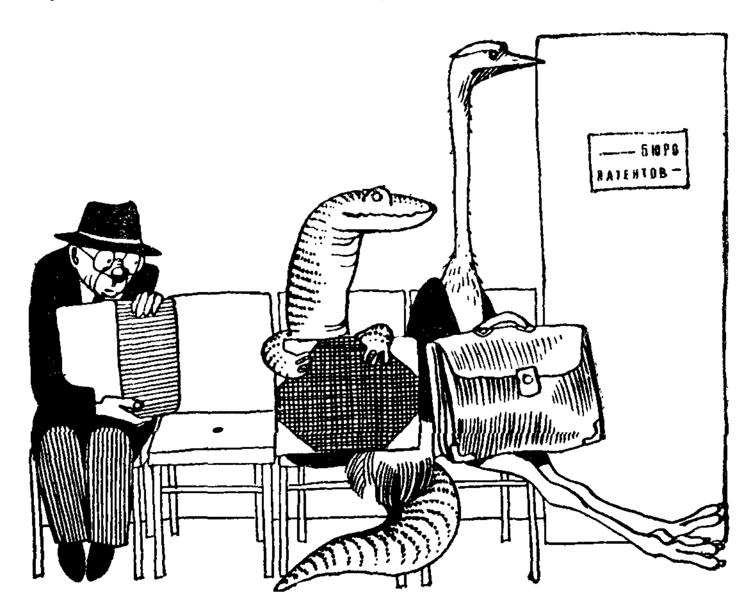
С этого момента развитие электротехники отодвинуло на задний план более чем скромные успехи электрофизиологии. Впрочем, и эта отрасль знаний тоже понемножку развивалась. Около ста лет назад было доказано, что электрические явления возникают не только в периферических нервных проводниках, но и генерируются самим мозгом. В то время еще не было условий для изучения таких слабых электрических процессов, хотя ученых это не останавливало. Крупнейший русский физиолог Н. Е. Введенский использовал в своих исследованиях телефон, что позволяло ему слушать информацию, передающуюся по периферическим нервам. Только в тридцатых годах нашего столетия была создана необходимая аппаратура, и лавина электрофизиологических исследований стала расти как снежный ком.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ПРОВОДНИК И НЕРВ

Конструкторское бюро природы неплохо поработало, создавая для нашей планеты миллионы живых существ, постоянно их переделывая и совершенствуя. За это время было сделано немало замечательных находок и изобретений. Какой бы новый принцип в управлении, в локации, ориентации в пространстве ни был предложен учеными, впоследствии всегда оказывается, что природа уже давным-давно его использует. Пожалуй, только с колесом природа оплошала. Колесо — единственное, что человек придумал сам.

Поэтому у нас издавна повелось сравнивать хитроумные творения природы с более простыми и более понятными выдумками человеческого гения. Такие сопоставления помогают ученым более наглядно представить многие сложнейшие явления. Хорошо известно, что танцевать легче всего от печки.

Не удивительно, что еще в прошлом веке, когда наука о мозге, главным образом о его строении, зна-



чительно продвинулась вперед, заметили аналогию между центральной нервной системой и телефонной сетью большого города. Действительно, известное сходство есть. В телефонную станцию — мозг с периферии, то есть со всех концов тела, бежит по нервам, как по проводам, беспрерывный поток информации. В глубинах мозга нужная информация отбирается, сортируется и направляется в строго определенные отделы, которые обмениваются между собой впечатлениями, обсуждают полученную информацию. После непродолжительных взаимных консультаций принимается решение, и вот уже по нервам на периферию к мышцам, железам, ко всем органам несутся приказы.

Сходство усиливается тем, что и по телефонным проводам и по нервам бежит электричество. В этом убедился еще Гальвани. С тех пор десятки тысяч опытов подтвердили, что раздражение любых органов чувств кодируется в электрические импульсы и в таком виде попадает в мозг. Да и в мозгу вся информация, циркулирующая между различными его отделами, передается в виде электрических импульсов.

Если бы работой такой телефонной сети заинтересовался инженер, его больше всего удивило бы, что электрические импульсы распространяются страшно медленно: в нервной сети млекопитающих всего со скоростью 0,5—100 метров в секунду.

Напомним, что электрический ток является упорядоченным движением электронов. И хотя сами электроны движутся со скоростью порядка одного миллиметра в секунду, электромагнитное поле, которое вызывает их движение, распространяется почти со скоростью света. Поэтому если в Москве на электрический кабель подать напряжение, на другом его конце во Владивостоке, за 10 тысяч километров от Москвы, электроны придут в движение уже через $^1/_{30}$ секунды.

Еще больше изумился бы инженер, замерив сопротивление отдельных нервных волокон, составляющих нервный ствол. Оно очень велико. Один метр

нервного волокна имеет такое же сопротивление, как 16 миллиардов километров обычного медного провода. Поразмыслив, инженер сделал бы вывод, что в такой телефонной сети сообщения могут передаваться только в том случае, если ее линии передачи оснащены усилительными подстанциями.

Такое утверждение недалеко от истины. Действительно, возбуждение распространяется не за счет энергии рецептора или нервного центра, а за счет энергии, вырабатываемой нервом.

Волокна, из которых складываются нервы, являются отростками нервных клеток. Диаметр их, равный 0,1—10 микрон, ничтожен в сравнении с длиной. В нервной сети млекопитающих встречается два вида нервных волокон: тонкие — голые, одетые лишь тончайшей, невидимой в оптический микроскоп оболочкой, и мякотные, покрытые толстой миелиновой оболочкой.

Целесообразность оболочки не вызывает сомнения, она является изолятором, отделяющим друг от друга волокна, тесно упакованные в нервном стволе. Миелиновая оболочка предотвращает переход возбуждения с одного волокна на другое и возникновение в связи с этим невообразимой путаницы. Единственно, чего не понимали ученые, почему верхняя изолирующая оболочка не сплошная, как рубашка у любого кабеля, а состоит из отдельных фрагментов около миллиметра длиной. Между ними есть небольшие промежутки, так называемые перехваты Ранвье, в которых нервное волокно остается оголенным.

Собственная тонкая оболочка нервного волокна избирательно проницаема для одних веществ и не пропускает другие. Через нее свободно проходят катионы калия и водорода, но она служит непреодолимой преградой для более крупных катионов, например катиона натрия, а кроме того, не пропускает анионы. (Как известно, катионы несут положительный заряд, анионы, наоборот, заряжены отрицательно.)

Обычно концентрация ионов по обе стороны оболочки не одинакова: ионов натрия и хлора внутри волокна в 10 раз меньше, чем в тканевых жидкостях,

зато ионов калия в 20 раз больше. Поэтому катионы калия устремляются наружу и создают на внешней поверхности нервного волокна положительный заряд. Анионы не могут последовать за калием и, скапливаясь на внутренней поверхности волокна, создают здесь отрицательный заряд. Вот почему в покое внутренняя сторона мембраны всегда заряжена отрицательно, а наружная — положительно. Разность этих зарядов, или, иначе, потенциал покоя, равняется 50—70 милливольтам.

Потенциал покоя сохраняется лишь до тех пор, пока в нервном волокне не возникло возбуждение. Если какой-то раздражитель, падающий на нервную клетку, нервное окончание или на любой другой участок нервного волокна, вызвал в этом месте возбуждение, то проницаемость мембраны немедленно, хотя и на короткий срок, меняется. Она начинает пропускать ионы натрия, которые устремляются внутрь, благодаря чему оболочка волокна перезаряжается: становится электроотрицательной снаружи и электроположительной внутри. В результате два соседних участка протоплазмы волокна, ничем между собой не разделенные, окажутся противоположно заряженными.

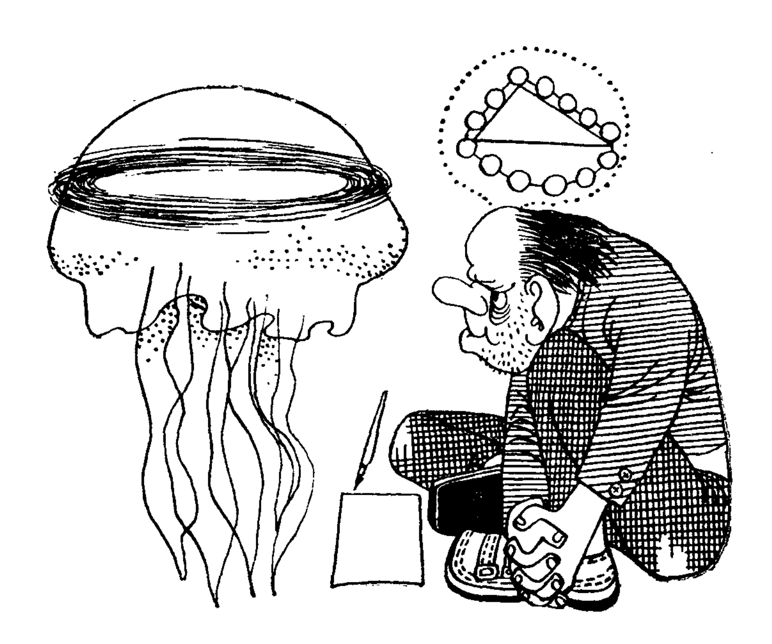
Такое положение сохраняться не может, между соседними участками потечет электрический ток, возникнет электрический импульс. Электрический ток вызовет возбуждение соседнего, ранее отрицательно заряженного участка волокна, что тотчас же сделает его оболочку проницаемой для натрия и изменит заряд на положительный. А как только это произойдет, между вновь возбужденным и следующим участком волокна потечет электрический ток, и все повторится сначала. Из бесконечного повторения этого процесса и складывается прохождение по волокну нервного импульса.

Так распространяется возбуждение в тонких, не покрытых миелином волокнах. Там же, где есть миелиновая изоляция, возникновение таких коротеньких петель тока невозможно, и весь процесс развертывается лишь в перехватах Ранвье. (Вот, оказывается,

для чего они существуют!) В миелиновых волокнах возбуждение распространяется скачками от одного перехвата к другому и движется поэтому гораздо быстрее, чем в тонких волокнах.

Таким образом, электрический ток в металлическом проводнике — это упорядоченное движение электронов, практически сразу возникающее на всем его протяжении, а нервный импульс — это движение возбудительного процесса вдоль нервного волокна, которое сопровождается возникновением электрического тока, вызывающего, в свою очередь, возбуждение соседнего участка.

Такой способ распространения возбуждения объясняет две интересные особенности нервного импульса. Во-первых, проходя по длинному волокну, нервный импульс ничуть не затухает, оставаясь постоянным по величине в начале и в конце своего пути. Во-вторых, все импульсы, идущие по волокну, совершенно одинаковы. Они не отражают силы или особеннос-



тей раздражителя, вызвавшего нервный импульс, а зависят только от свойств нервного волокна, по которому распространяются.

Эти положения были однажды проиллюстрированы в очень интересном опыте. По краю купола у медуз проходит нервное кольцо. (По своему устройству оно существенно отличается от нерва, но в данном случае это не имеет значения.) Импульс по кольцу медузы, как по нерву, может распространяться в обе стороны. Если раздражать какой-то участок кольца, импульсы побегут в обе стороны и, встретившись на противоположной стороне купола, погасят друг друга.

Опыт, о котором идет речь, интересен тем, что ученым удалось, вызвав возбуждение на определенном участке кольца, блокировать соседний. Поэтому возбуждение могло распространяться лишь в одну сторону. А когда нервный импульс обежал кольцо, блокада была снята, и он беспрепятственно проследовал через это место, совершив второй, третий, четвертый виток. Целые сутки длился опыт, а импульс все бежал и бежал, не замедляя скорости, не уменьшаясь в величине. Опыт мог бы продолжаться и дольше, до тех пор, пока животное не погибло бы или не наступило полное его истощение.

ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ПОД ВОДОЙ

Европейцам от первого знакомства с электричеством до внедрения его в технику потребовалось почти две с половиной тысячи лет. Врачи начали использовать его в своей практике значительно раньше, хотя даже понятия об электричестве не имели. Многие выдающиеся врачи Римского государства, такие, как Клавдий Гален, лечили людей электричеством, пользуясь живыми электростанциями обитателей морских глубин — рыб.

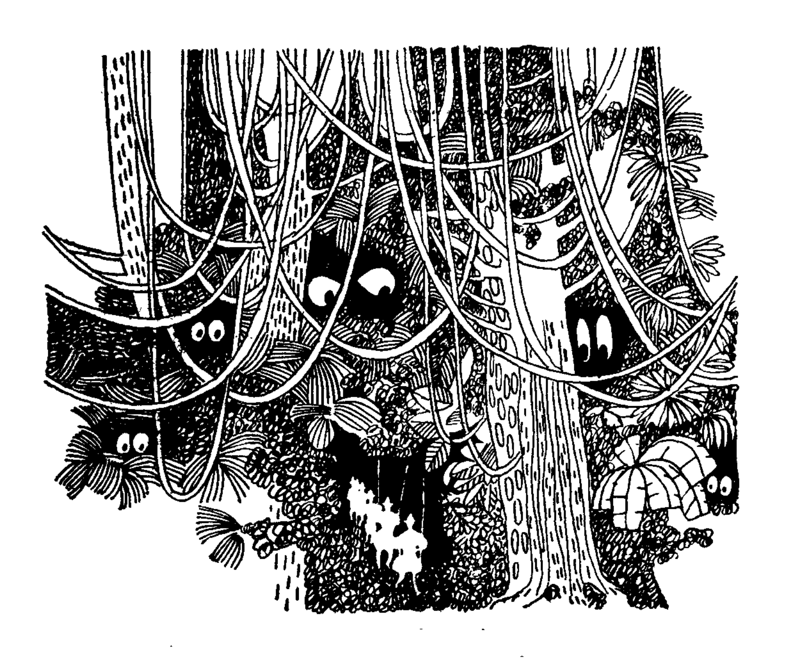
В Средиземном и других морях земного шара водятся довольно крупные скаты. Римляне знали, каким удивительным образом добывают они себе пищу. Эти рыбы не гоняются за добычей, не выскакивают

на нее из засады. Спокойно, не торопясь, плывут в толще воды, но, как только поблизости оказываются мелкие рыбы, крабы или осьминоги, с ними что-то происходит: начинаются судорожные конвульсии, миг-другой, и неосторожное животное мертво. Скат подбирает свою добычу и не торопясь отправляется дальше.

Римляне думали, что удивительные рыбы, увидев добычу, выделяют в воду какое-то ядовитое вещество. Яд действовал и на человека, причем прямо через кожу, но не был для него смертелен. Прикосновение к рыбе ощущалось как удар, рука невольно отдергивалась. Римские врачи считали яд скатов очень полезным лекарством. Ради него их отлавливали и содержали в морских садках.

Так думали две тысячи лет назад. Только сравнительно недавно была разгадана поистине удивительная тайна этих рыб. Опасные хищники оказались живой электростанцией, способной вызывать разряд та-





кой силы, что находящиеся вблизи мелкие животные гибнут. То, что римляне приписывали действию яда, в действительности было электричеством. Впоследствии выяснилось, что существует немало «электрических» рыб и некоторые из них гораздо опаснее ската.

Весть о такой чудовищной электростанции дошла до европейцев значительно позже. Вскоре после открытия Америки туда хлынул поток жестоких и жадных до золота авантюристов. Им и довелось испытать на себе силу электрических разрядов этой интересной рыбы.

Еще первые завоеватели Америки — испанцы создали миф о затерянной в джунглях южного материка сказочно богатой стране Эльдорадо, где даже мостовые выложены булыжниками из чистого золота. На поиски загадочной страны снаряжался отряд за отрядом. Одному из таких отрядов под командованием Де Сикка удалось проникнуть в верховья Амазон-

ки. Несколько месяцев плыли они вверх по реке, прежде чем достигли ее истоков. Огромная река, один из притоков Амазонки, превратилась здесь в небольшой ручеек. Дальше плыть по воде стало невозможно, и отряд двинулся в джунгли.

Дорогу преграждали непроходимые заросли, страшные топкие болота. Опасность подстерегала на каждом шагу: огромные крокодилы, ядовитые змеи и удавы, племена враждебно настроенных индейцев, уже знавших, что несут с собой белые завоеватели, и несметные тучи комаров и москитов, заражающих людей малярией, тропической лихорадкой и другими опасными болезнями. Каждый метр пути приходилось буквально прорубать в сплошной зеленой стене джунглей.

Однажды отряд Де Сикка вышел на окраину огромного болота. Был засушливый период года, и болото почти высохло. Лишь вдали, в самом центре, в лучах полуденного солнца поблескивали лужи еще сохранившейся воды. Европейцы свободно вздохнули: на несколько часов дорога обещала быть легкой.

Все шло хорошо, пока отряд не достиг цепочки соединенных между собой мелких луж в центре болота. Индейцы-носильщики категорически отказались войти в воду. В глазах их отражался ужас. Европейцы никак не могли понять, в чем дело. Лужи были такие мелкие, что в них не могли спрятаться ни крокодилы, ни гигантские анаконды. Гроза южноамериканских рек ужасные рыбы пирайи также не могли здесь оказаться.

Один из европейцев пошел вперед, чтобы подать пример испуганным носильщикам. Но едва он сделал несколько шагов, как с нечеловеческим криком рухнул навзничь, точно сбитый с ног могучим ударом. Два товарища, бросившиеся ему на помощь, через секунду оказались в грязи, опрокинутые все тем же невидимым противником.

Лишь через несколько часов их спутники отважились осторожно войти в воду и вынесли на сушу своих пострадавших товарищей. Все трое остались живы, но продолжать путь отряд уже не смог. У жертв

невидимого врага ноги были парализованы. К вечеру движение ног начало восстанавливаться, но только через несколько дней больные окончательно выздоровели. Суеверный, как и все конкистадоры, Де Сикка решил вернуться назад.

Так впервые европейцы узнали еще об одной подводной электростанции, которая находится в теле довольно крупной рыбы — пресноводного электрического угря. Рыбы эти имеют внушительные размеры — 1,5—2 метра в длину и весят до 15—20 килограммов.

Электрические угри — ночные животные. Охотятся они только после наступления темноты. Сила электрического удара так велика, что рыба может оглушить даже крупных зверей. Мелкие животные погибают мгновенно. Южноамериканские индейцы очень хорошо знают опасную рыбу и не рискуют переходить вброд реки, где она обитает.

На языке индейцев-томанаков угри называются «арима», что значит «лишающий движения». Их мясо, а также вызываемые ими электрические разряды у многих местных племен считаются лечебными. Возможно даже, что электролечением в Америке начали заниматься значительно раньше, чем в Европе, но вряд ли точную дату его возникновения удастся когда-нибудь установить.

После того что было сказано в начале главы, вряд ли показалось бы странной способность рыб вырабатывать электрический ток, если бы речь шла лишь о слабых разрядах, а не о таких внушительных, какие способны генерировать подводные электростанции: африканский сом, американский угорь и морской скат.

Напряжение электрического тока, создаваемое сомами, достигает 400, а угрями 600 вольт! (Для сравнения напомним, что напряжение тока в бытовой электросети наших городов и сел всего 127—220 вольт.) При этом мощность электростанций угря равняется 1000 ватт. Высокое напряжение электрического тока угрю необходимо потому, что пресная вода является очень плохим проводником электричества. Ток меньшего напряжения был бы опасен толь-

ко на очень близком расстоянии. Напряжение, создаваемое морским скатом, значительно меньше, не превышает 60 вольт (морская вода — прекрасный проводник), зато сила тока достигает 60 ампер. Все очень внушительные цифры!

Как же удалось природе создать свои живые электростанции? Что явилось их прообразом?

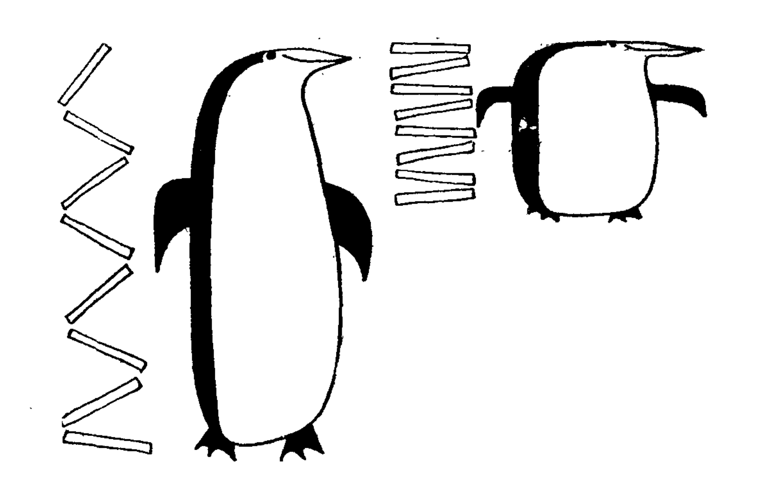
Самый значительный ток у обычных животных вырабатывается в крупных мышцах: в сердце и в двигательной мускулатуре. Вокруг некоторых плывущих рыб можно обнаружить электрическое поле. Оно особенно велико у круглоротых (миног и миксин) и древних, примитивных рыб, которые еще не научились экономно расходовать энергию. Вокруг головы плывущей миноги можно зарегистрировать электрические импульсы напряжением в несколько сот микровольт.

Было бы странно, если бы природа не смогла использовать это явление. Видимо, в тот период, когда на Земле появились рыбы, она увлеклась электротехникой. Она только что закончила вчерне создание мозга и периферических нервов (командно-коммуникационного органа с его сложным электрохозяйством) и теперь прикидывала, какую еще пользу можно извлечь из электричества. Нужно отдать должное, поиски не были напрасными. Во всяком случае, в жизни рыб электричество выполняет более разнообразные функции, чем у других животных.

Так называемые электрические рыбы пошли по пути создания мощных электростанций. Основой для них послужили мышцы и нервные окончания, так называемые концевые пластинки, которые превратились в пластинки электрического органа.

Электрические органы очень велики: их вес составляет $^1/_4$—$^1/_3$ часть веса рыбы, у угря они достигают $^4/_5$ длины рыбы, а у сома покрывают все тело. Орган состоит из огромного количества пластинок, собранных в столбики. Все пластинки в столбиках соединены последовательно, а сами столбики — параллельно.

Сокращение скелетных мышц, давших начало



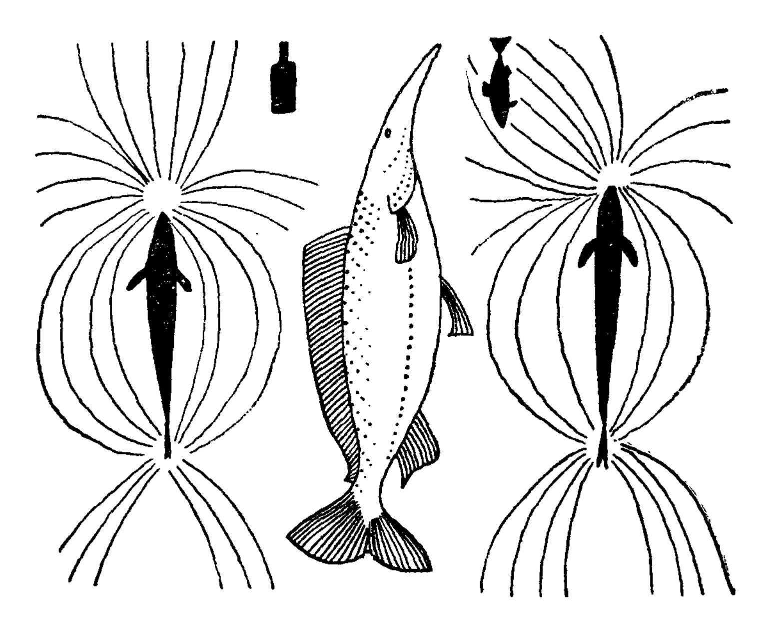
электрическим органам, вызывается нервным импульсом, который сопровождается электрическим разрядом. Когда импульс достигает нервных окончаний в мышечных тканях, здесь выделяется особое вещество — медиатор (переносчик), которое вызывает сокращение мышечных клеток, также сопровождающееся возникновением электрических разрядов. Создавая электрический орган, природа использовала концевые пластинки и видоизмененные мышечные клетки, лишив их способности сокращаться, но сохранив за ними функцию генерации электрического импульса.

Механизм возникновения электрического импульса в пластинках электрического органа ничем существенным не отличается от генерации его в нерве, концевой пластинке или мышечном волокне. Даже величина импульса — 150 милливольт является обычной для нервных и мышечных клеток. Однако благодаря тому, что у угря пластинки собраны в столбики по 6—10 тысяч, соединенные последовательно, общее напряжение может достигать 600 вольт. У скатов пластинок в каждом столбике немного, не больше 1000, зато столбиков, соединенных параллельно, око-

ло 200, поэтому напряжение тока оказывается небольшим, *а его сила значительной.*

Чтобы управлять таким сложно устроенным органом, понадобилось создать специальный командный пункт. Поэтому у электрических рыб появился особый отдел мозга — электрические доли и овальные ядра в продолговатом мозгу. Овальные ядра — верховный командный пункт, который принимает решение о применении грозного оружия и отдает приказ в электрические доли. Здесь совершается самая сложная работа по координации разряда. Ведь для того чтобы разряд достиг максимальной силы, все пластинки должны разрядиться строго одновременно. Этим и заняты электрические доли.

Чтобы одновременно дать разряд, все пластинки должны одновременно получить соответствующий приказ, нервный импульс. Вот в этом-то и состоит трудность. Нервный импульс распространяется относительно медленно, в спинном мозгу рыб со скорос-



тью 30 метров в секунду. Поэтому пластинки, лежащие в начале органов, вблизи головы, получат приказ значительно раньше, чем в конце, расположенные на полтора метра дальше.

Как электрические рыбы добиваются, чтобы приказы приходили одновременно? Возможно, приказы к хвостовой части органа посылаются раньше, чем к головной, а может, рыбы регулируют скорость распространения нервного импульса. Характер управления в течение жизни меняется: рыбы растут, электрические органы у них становятся больше, и команды приходится посылать по-другому.

ЛОКАТОРЫ И ОСЦИЛЛОГРАФЫ

Угорь, скат и сом не единственные рыбы, имеющие электрические органы. В настоящее время известно около 300 других видов рыб, способных давать слабые электрические разряды напряжением от 0,2 до 2 вольт. Первоначально ученые думали, что эти рыбы убивают очень мелких животных. Но тщательные наблюдения не подтвердили этого предположения. Лишь недавно стало понятно, зачем нужны электрические органы, вырабатывающие очень слабый электрический ток.

Совершенствование электрооснащенности у этих рыб пошло не в сторону увеличения силы разрядов, а по пути усиления электрочувствительности. Было замечено, что многие из них живут в очень мутной воде и ведут ночной образ жизни, а некоторые, например нильский длиннорыл, постоянно разыскивают корм, засунув голову глубоко в ил. В мутной воде или ночью своевременно заметить опасного хищника очень трудно. У электрических рыб возникло удивительное приспособление, позволяющее обнаруживать приближение врага даже в полной темноте.

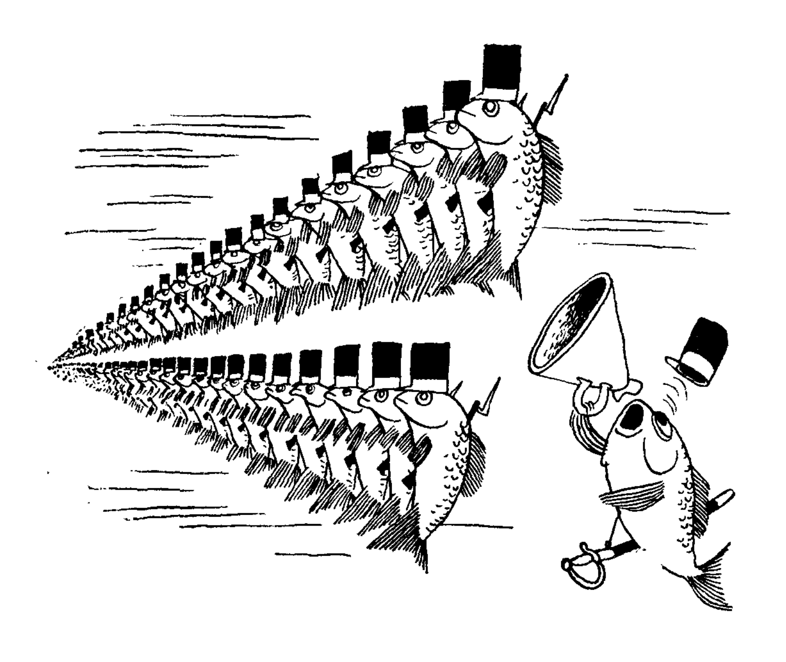
В отличие от рыб, использующих электричество для охоты, у нильского длиннорыла есть не только электростанция, но и специальный орган, очень чувствительный к электричеству. Электростанция генери-

рует 300 разрядов в секунду, создавая вокруг рыб слабое электрическое поле очень постоянной формы с силовыми линиями, сходящимися на уровне головы. Электрические рыбы в отличие от всех остальных даже плавают, не изгибая собственного тела, чтобы не нарушить окружающее их электрическое поле. Если же вблизи появится крупная рыба, однородность электрического поля нарушится. Тело рыбы более электропроводно, чем окружающая пресная вода, поэтому силовые линии сдвинутся в сторону приближающейся рыбы. Электрочувствительные приборы длиннорыла это сразу улавливают, и он бросается наутек.

Своеобразный локатор служит рыбам не только для того, чтобы спасаться от врагов. С его помощью они свободно обходят препятствия, так же как летучие мыши с помощью своего эхо-локатора. Большинство предметов, с которыми рыбы могут столкнуться в воде, плохо проводят электричество. Силовые линии от таких предметов отталкиваются, что позволяет длиннорылам отличать одушевленные предметы от неодушевленных.

С помощью электрической локации находят свою добычу морские и пресноводные миноги. В мутной воде пресноводных водоемов эта способность особенно необходима. Удивительное существо — рыба-нож, живущая у берегов Америки, в тропической части Атлантического океана, несет свой локатор на хвосте. Поэтому расселины между скал и проходы в подводной растительности она исследует, пятясь задом и засовывая хвост в каждую дырку. Такой способ очень удобен, он всегда позволяет рыбе вовремя удрать, если в засаде ждет враг.

Близкий родственник длиннорылов — гимнарк пользуется радаром во время охоты, точно определяя с его помощью местонахождение своей добычи. Чтобы радар длиннорылов и других рыб удовлетворял своим требованиям, воспринимающие ток органы, расположенные в коже, должны обладать очень тонкой чувствительностью. Действительно, гимнарк «замечает» изменения силы электрического тока всего в 0,000000000000003 ампера! Такая чувствительность



дает возможность рыбе отличить нормального пескаря от наживки, в теле которой рыболовы спрятали крохотный стальной крючок. Можете быть уверенными, опасную приманку гимнарк обойдет стороной.

Высокой электрочувствительностью наделены многие рыбы и даже амфибии. Органом, воспринимающим электричество, служит у них боковая линия, а у скатов — ампулы Лоренцини.

Чемпионом, вероятно, является скат хвостокол, или морской кот, как его нередко у нас называют. Эта очень широко распространенная рыба обитает и в Черном море, хотя на прилавках магазинов вы ее не увидите. Морского кота у нас не едят, что в общем-то и не совсем заслуженно: мясо у ската действительно жестковато, но печень ничем не уступает тресковой.

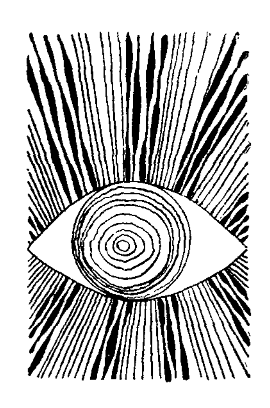
Рыбаки не любят иметь дело с морским котом. Они с презрением выкидывают пойманных скатов обратно в море и нещадно проклинают их, когда при-

ходится выпутывать из сетей злополучную рыбу. Проклятья отнюдь не случайны, морской кот умеет отлично «царапаться». Длинная, острая, вся в мелких зубчиках игла, которой украшен хвост ската, слегка ядовита, и глубокие резаные раны, нанесенные ударами хвоста, очень болезненны и нередко подолгу не заживают.

Морской кот не приносит ни большой пользы, ни большого вреда, видимо, поэтому мы мало интересуемся этой рыбой и не очень много о ней знаем. Между тем скат — одна из интереснейших рыб Советского Союза. Ампулы Лоренцини, расположенные на голове морского кота, способны воспринимать ничтожный ток. Устройство их несложно. Тоненькая трубочка, ведущая в глубь кожи, заканчивается небольшим вздутием, на дне которого лежат чувствительные клетки. Рецепторы настолько чувствительны, что не уступают лучшим осциллографам. С их помощью скат может улавливать биоэлектрические потенциалы, возникающие в теле других рыб. Это позволяет ему находить на песчаных пляжах ловко замаскированных молоденьких камбал, ориентируясь лишь по ритмическим электрическим разрядам, возникающим в мускулатуре во время дыхательных движений, и нападать на ничего не подозревающих рыб.

Подводный осциллограф — находка для парапсихологии. Тот, кому доводилось наблюдать в море за поведением типично стайных рыб: ставриды, скумбрии, зубариков, — вероятно, не раз восхищался слаженностью маневров стаи, когда десятки, сотни или даже тысячи рыб одновременно как по команде меняют направление движения. Кто дает эту команду, как она передается, ученые пока не знают. Возможно, для «передачи мыслей» на расстояние рыбы пользуются слабыми электросигналами. Ведь биотоки возникают во всех мышцах и нервах и еще раньше в мозгу, который посылает в рабочие органы свои приказы. Эти распоряжения могут передаваться и за пределы рыбы, ведь морская вода отличный электропроводник.

СЛУЖБА ИНФОРМАЦИИ



УНИВЕРСАЛЬНАЯ АНТЕННА

Целый день в наш мозг по бесчисленным каналам связи поступает информация. В слуховом нерве 30 000 проводов-волокон, в зрительном нерве их еще больше, около 900 000. Объем информации, поступающей только из слухового аппарата, равен десяткам тысяч бит в секунду, информация глаз достигает миллионов бит! Мозг должен в ней разобраться, выявить главную, отделив ее от второстепенной или совсем ненужной. Ведь усвоить он способен всего 50 бит в секунду.

Утром, прежде чем проснувшийся мозг сможет заняться этой работой, ему необходимо наладить приемные устройства, чтобы обеспечить бесперебойное поступление важнейших сообщений. Дело это совсем не легкое. Организм человека и животных обладает множеством самых различных приемных устройств, каждое из которых способно воспринимать лишь определенным образом закодированную информацию.

Сколько же каналов связи у организма? Сколько способов извлечения информации ему известно?

Приемные устройства для извлечения информации, или рецепторы, в обыденной жизни принято называть органами чувств. Их много. Специалисты называют шесть основных: зрение, слух, равновесие, вкус, обоняние и кожную чувствительность.

Ну, а не основные просто невозможно перечислить. Только в коже находится масса рецепторов: од-

ни реагируют на легкое прикосновение (они обеспечивают осязание), другие — на более сильное воздействие, и раздражение их воспринимается как боль. Третьи реагируют только на холод, четвертые ощущают только тепло. Это лишь начало списка кожных рецепторов, на самом деле их значительно больше.

А сколько рецепторов имеют внутренние органы: одни определяют качество пищи, попавшей в желудок, другие уровень кровяного давления, третьи количество растворенного в крови углекислого газа. Мы даже не осознаем их работу. До нашего сознания просто не доходит информация, которую рецепторы внутренних органов беспрерывно шлют мозгу.

Ученые давно изучают устройство и работу органов чувств. Особенно усилились эти исследования в последние годы, с тех пор как появился электронный микроскоп. Это понятно, ведь обычный увеличивает от силы в тысячу — полторы тысячи раз, зато электронному доступны громадные увеличения — в 20, 40, 60, а то и в 100 тысяч раз! Не удивительно, что он помог ученым подсмотреть много нового.

Выяснилась удивительная вещь: у всех живущих на Земле животных рецепторные клетки (они воспринимают раздражения) любых органов чувств обнаруживают огромное сходство в своем строении. Оказывается, любая из них обязательно снабжена подвижным волоском, или жгутиком. В устройстве жгутиков разных рецепторных клеток тоже много общего. Внутри проходят две центральные опорные фибриллы (волокна), окруженные кольцом из девяти пар подвижных фибрилл. Только в очень редких случаях этот жгутик бывает видоизменен.

Жгутики играют для рецепторной клетки такую же роль, как антенна для радиоприемника. Их так и называют рецепторными антеннами. При их помощи мы и воспринимаем окружающий мир. Антенны рецепторных клеток глаза реагируют на световую энергию — фотоны. В органе обоняния антенны воспринимают энергию молекул пахучих веществ. Ан-

тенны слуховых клеток реагируют на звук — энергию звуковой волны.

Чувствительность антенн поразительна. Достаточно энергии одного фотона, самой маленькой порции света, чтобы зрительная клетка возбудилась. Для антенны обонятельной клетки — одной молекулы пахучего вещества. Слуховая клетка возбуждается, когда колебания барабанной перепонки достигают размаха всего 0,0000000006 миллиметра. Это в десять раз меньше диаметра самого крохотного атома — атома водорода.

Антенны всю жизнь находятся в беспрерывном движении. Без этого нельзя воспринимать раздражения внешнего мира. Движущиеся антенны ведут активный поиск раздражителей.

Сходство между рецепторными клетками различных органов чувств, конечно, не полное. Есть и серьезные различия. В зрительных клетках, например, содержится особое вещество, называемое зрительным пурпуром, которое изменяется под действием света. Благодаря этой фотохимической реакции и происходит восприятие света. В рецепторных клетках других органов чувств пурпура нет. С помощью каких веществ они воспринимают раздражители, ученым пока неизвестно.

Почему так много сходства в строении различных рецепторных клеток, сказать трудно. Видимо, конструкция оказалась очень удачной, поэтому природа, создавая самые разнообразные органы чувств, и использовала типовые, стандартные детали.

Прошли миллионы лет, животный мир на нашей планете проделал огромный путь развития от примитивных одноклеточных существ, почти не воспринимающих раздражения окружающего мира, до современного человека с его многочисленными, очень совершенными и чрезвычайно чувствительными органами чувств. Кажется, между человеком и инфузорией не осталось ничего общего. Но нет! Рецепторные клетки человека и птиц, рыб и насекомых, моллюсков и других животных воспринимают окружающий мир, любые его раздражения, любыми органами чувств с

помощью сходно устроенных подвижных антенн. Даже одноклеточные организмы, такие, как эвглена, и они используют все ту же подвижную антенну. Вот что значит удачная конструкция. Она проходит не только через века и тысячелетия. Для нее не страшны даже миллиарды лет. Живые организмы Земли пронесли подвижную антенну от самого зарождения жизни до наших дней.

ОТКУДА ВСЕ ПОШЛО

Из шести основных органов чувств наиболее важны три. Потеря вкуса, а тем более обоняния проходят для нас почти незаметно. Даже с потерей осязания можно было как-то мириться, но потеря зрения, слуха или чувства равновесия делает человека тяжелым инвалидом. Для нас это самые главные системы восприятия внешнего мира. Они не совсем совпадают с главными анализаторными системами животных. Многие представители животного царства обладают весьма слабым зрением или совсем лишены удовольствия видеть окружающий мир. Некоторые не воспринимают звуки или слышат очень плохо и прекрасно без этого обходятся.

Зато орган равновесия — очень важная анализаторная система. Она есть почти у всех многоклеточных животных. Даже у одноклеточных зоологи нашли какие-то образования, отдаленно напоминающие орган равновесия более высокоразвитых животных. Таким устройством снабжены паразитические инфузории. У них есть особая вакуоль — небольшой, поверхностно расположенный пузырек с какими-то кристаллическими включениями, — очень напоминающая статоцисты (орган равновесия) многоклеточных. Если впоследствии подтвердится, что она действительно выполняет эту функцию, ничего удивительного не будет. Ведь на планете немало мест, погруженных в непроглядный мрак ночи, можно найти уголки, куда не проникает ни один звук, но земное притяжение действует везде, от него скрыться некуда.

Можно предполагать, что жизнь возникла не без

участия света. Во всяком случае, светочувствительность, которой, вероятно, уже обладало первичное живое вещество, очень быстро привела к возникновению специальных органов зрения. Свет воспринимают даже современные одноклеточные животные — жгутиконосцы. У одноклеточных, особенно у пиридиней, среди которых многие способны светиться, глазки могут быть довольно крупными. Они представляют собой чашеобразной формы скопление красноватого жироподобного светочувствительного пигмента, расположенного в передней части пиридинеи у основания жгутика. В углублении пигмента лежит прозрачное зерно крахмала, выполняющее светопреломляющую и фокусирующую функцию.

Из названных выше трех главных для человека органов чувств два являются более древними: зрение и равновесие. Еще одна интересная особенность роднит между собой эти в общем-то несхожие органы чувств. И орган зрения и орган равновесия, хотя создавались и совершенствовались не один десяток лет и, конечно, претерпели за это время очень большие изменения, все же по своему устройству и особенностям работы различаются меньше, чем устройство слухового анализатора и особенности восприятия звука у различных животных. Такое отличие объясняется тем, что зрение и равновесие формировались под влиянием единого, постоянно действующего фактора космического масштаба: равновесие под действием земного притяжения, зрение под воздействием солнца. А единого, равноценного источника звука на Земле нет и раньше тоже не существовало.

Когда на планете зарождалась жизнь, здесь было удивительно тихо, а такие звуки, как раскаты грома или грохот волн, разбивающихся о пустынные мрачные скалы первобытных морей, большинство животных не интересовали. Только когда сами животные достигли достаточно высокого уровня развития, научились активно передвигаться, начали странствовать по белу свету и пожирать друг друга, на Земле появился слабый шумок. Это возникли звуки биологического происхождения, создаваемые самими живот-

ными. Они-то и породили слуховой анализатор, а вслед за ним и слуховую сигнализацию, получившую затем очень широкое распространение.

Множество самых разнообразных источников звуков потребовало создания такого же разнообразия воспринимающих приборов, от очень широкого диапазона до способных улавливать лишь очень узкую полосу звуков.

Некоторые летучие мыши, хотя и слышат лучше всего очень высокие звуки, доходящие до 300 килогерц, могут улавливать и самые низкие. Их орган слуха охватывает 15 октав. Ночным бабочкам, которыми питаются летучие мыши, такой колоссальный слуховой диапазон ни к чему. Их тимпанальный орган, расположенный в крыльях, способен улавливать только ультразвуковые импульсы летучих мышей. Такая ограниченная задача породила очень простое устройство. Тимпанальный орган состоит из мембраны, воздушных мешков и всего двух чувствительных нервных клеток. Их задача — воспринять звук, издаваемый летучей мышью, и дать команду на немедленное изменение направления полета.

Зрительному анализатору, развивавшемуся лишь под действием солнца, большой широты не потребовалось. Глаза самых разных животных способны воспринимать световой поток шириною не более трех октав. Таким образом, диапазон световосприятия в пять раз уже звукового.

На нашей планете почти нет существ, безразличных к свету. Даже одноклеточные животные, у которых нет глаз, и те прекрасно отличают свет от темноты. В основе светоощущения лежит свойство некоторых химических реакций ускоряться под действием света, и поэтому протоплазма, видимо, почти любых клеток многоклеточных животных может воспринять свет, так что участие глаз совершенно не обязательно.

Начало органу зрения дало появление специальных светочувствительных клеток, способных реагировать на более слабый свет, чем остальные клетки организма. Владельцы специальных светочувствитель-

ных клеток сохранились на Земле до наших дней. Среди них хорошо известный дождевой червь. У него нет глаз, зато в коже масса светочувствительных клеток. С их помощью он легко улавливает незначительное изменение освещенности. Человеку это недоступно. Из таких вот разбросанных по всему телу светочувствительных клеточек и возникали в процессе эволюции глаза. Сначала это были просто пятнышки, скопления светочувствительных клеточек. Такие глаза хорошо различают свет от темноты, но еще не могут улавливать, откуда он идет.

Дальнейшая история глаз такова: светочувствительные клетки уходят под прозрачные покровы, обзаводятся экранами из пигментных клеток, которые делают невозможным освещение со всех сторон. Затем светочувствительные пятнышки превращаются в ямки или даже в пузырьки — первые настоящие глаза. Они могут улавливать только свет, идущий в определенном направлении, поэтому очень легко определяют направление падающих лучей. От этих примитивных зрительных приспособлений до глаз высших животных один шаг. Оставалось обзавестись светопреломляющими системами, аккомодационными устройствами, изменяющими степень преломления световых лучей, и, наконец, глазодвигательным аппаратом, который позволил глазам вести активный поиск зрительной информации.

Среди беспозвоночных у головоногих моллюсков наиболее совершенные глаза. Они ничем не уступают зрительному аппарату высших позвоночных. Другая ветвь беспозвоночных, членистоногие, которая достигла высокого уровня развития, почему-то не преуспела в совершенствовании своих глаз, но компенсировала это тем, что обзавелась большим количеством глазков (пирамидок с основанием, обращенным наружу и прикрытым хитиновым хрусталиком), объединив их в несколько сложно устроенных глаз, состоящих из сотен и даже тысяч пирамидок. Благодаря совместным усилиям отдельных обычно довольно близоруких глазков насекомые и ракообразные могут улавливать величину и форму предметов.

История глаз позвоночных началась иначе. В прибрежной зоне многих морей и океанов живут небольшие интересные животные — ланцетники, формой тела слегка напоминающие маленьких рыбок или лезвие скальпеля, точнее, ланцета, как раньше назывался этот хирургический инструмент (отсюда и ланцетник). У них видит сам мозг. Вдоль всей нервной трубки ланцетника разбросаны светочувствительные клеточки, а так как тело у него прозрачное, то животное прекрасно отличает свет от темноты. Большего ему для жизни и не нужно.

Видимо, предки позвоночных были похожи на ланцетников, и у них тоже видел мозг. Когда же их тело перестало быть прозрачным, комочкам нервных светочувствительных клеток пришлось покинуть мозг и вылезти наружу. С тех пор так поступают глаза всех позвоночных животных: на определенной стадии развития эмбриона два кусочка его мозга отделяются от остальной части и постепенно превращаются в глаза. Таким образом, наши глаза не что иное, как вылезший из орбит наружу мозг.

Дальнейшее развитие глаз позвоночных шло по уже проторенной дорожке: приобретение преломляющих систем, аккомодационных аппаратов, глазодвигательных мышц. Так, постепенно усложняясь, формировались наши глаза, способные разобраться в запутанном кружеве неразборчивого человеческого почерка и уловить тончайшие оттенки цвета. Одновременно с совершенствованием глаз усложнялся и мозг животных. Ведь глаз — это просто световоспринимающее устройство, вроде фотоаппарата, «видит» же только наш мозг. Это он складывает информацию, полученную от миллионов светочувствительных клеточек нашего глаза в замысловатые картины. Именно здесь, в мозгу, проявляются снимки, сделанные глазом.

Звуковой анализатор, или, попросту говоря, слух, в ходе эволюции животных возник относительно поздно. Поэтому было бы бесполезно искать его у низших беспозвоночных. У позвоночных орган слуха появляется, начиная с рыб. У них от лабиринта, органа равновесия, отделяется небольшая часть, которая поз-

же у высших животных станет улиткой с хорошо развитым кортиевым органом, самой важной частью слухового прибора.

Кортиев орган, по существу, является рецептором, способным следить за быстрыми, очень незначительными изменениями давления окружающей среды. Быстрые сжатия среды и последующие мгновенные падения давления, возникающие в рупоре нашего наружного уха, воздействуют на барабанную перепонку. Ее колебания через цепь слуховых косточек передаются на овальное окно и лабиринтную жидкость, доходя таким образом до кортиева органа, волокна которого испытывают острый резонанс, раздражая при этом соответствующие рецепторы слухового нерва.

Чувствительность слухового аппарата поистине удивительна. Человеческое ухо уже может воспринимать звук, создающий давление, равное 0,0001 бара на квадратный сантиметр, которое способно переместить мембрану улитки всего лишь на стомиллиардную часть сантиметра! Это расстояние в тысячу раз меньше диаметра самого крохотного атома — атома водорода!

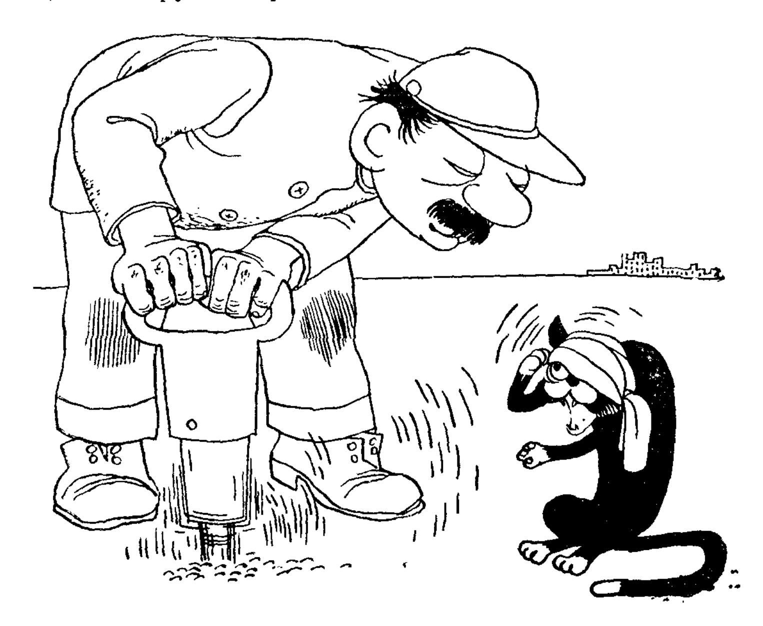
Кстати, человек не является чемпионом в области слуха. Многие животные способны слышать гораздо более слабые звуки. Не следует считать это нашим недостатком. Человек — очень шумное существо, и ему, пожалуй, выгоднее слышать меньше, чем больше. Гораздо важнее, что он способен без особого вреда переносить довольно сильные звуки, возникающие при звуковом давлении до 2000 бар. У некоторых пород белых крыс и ряда других животных сильные звуки вызывают судорожные припадки и смерть.

Что было бы с человечеством, если бы наше ухо не смогло приспособиться к сильным звукам! Только в одном мы бы выиграли: для нас оказались бы невозможны кровопролитные войны, ведь солдаты с таким чувствительным слухом умирали бы не от пуль противника, а от звуков выстрела собственных винтовок, и до создания артиллерии дело бы просто не дошло.

Все же, хотя сильные звуки для нас не смертель-

ны, длительное шумовое воздействие может привести к серьезным заболеваниям органов слуха и центральной нервной системы. Поэтому нужно всячески приветствовать борьбу за тишину в рабочих и жилых помещениях. В городах и поселках главными союзниками в этой борьбе могут стать зеленые насаждения. Раскидистые лапы кленов, курчавые кроны липок, густая зелень тополей удивительно легко гасят звуковые колебания.

Слух человека не только по остроте, но и по другим показателям отстает от слуха животных. Во-первых, мы слышим лишь очень узкую полосу звуковых колебаний. Звук не воспринимается как непрерывный, когда частота колебаний давления составляет 16—18 в секунду, и исчезает, когда колебания достигают частоты 20 тысяч в секунду. Ухо, неспособное уследить за такой быстрой сменой давлений, перестает информировать о его колебаниях, и нам кажется, что вокруг воцарилась полная тишина.



20 тысяч колебаний в секунду очень немного. Наши верные друзья — собаки способны улавливать 38 тысяч колебаний давления в секунду. Это тоже ничтожная цифра. Киты и дельфины могут следить за изменениями давления, совершающимися с частотой 100—125, а летучие мыши даже до 300 тысяч в секунду. Животные, ухо которых способно воспринимать такие ультравысокие звуки, могут и сами их воспроизводить, но мы, к сожалению, лишены удовольствия это слышать. Только поэтому появилась нелепая, с точки зрения современной науки, поговорка: нем как рыба. Если бы рыбы были способны так же придирчиво разбирать наши достоинства, у них неизбежно возникла бы поговорка: глух как человек. Впрочем, природа поступила очень разумно, лишив нас способности слышать очень высокие звуки. Кроме возможности слышать писк вылетевших на охоту летучих мышей или участвовать в задушевных рыбьих разговорах, мы ничего не потеряли. В нашей собственной речи мы легко обходимся звуковыми колебаниями, лежащими в диапазоне между 500 и 2000 колебаний в секунду.

Человек и высшие животные обладают бинауральным слухом, то есть, попросту говоря, пользуются двумя ушами. Это очень помогает в определении источника звука. Звуковые волны в воздушной среде, как известно, распространяются со скоростью 340 метров в секунду, поэтому звук в большинстве случаев не одновременно достигает правого и левого уха. Только когда мы повернемся лицом к звуку, он будет приходить к обоим ушам в одно и то же время. Человек способен замечать, что звук до одного из наших ушей дошел с опозданием всего лишь на 0,0001 секунды.

Вдумайтесь, какую ничтожную разницу во времени прихода звука может уловить мозг. У лисицы, которая гораздо точнее человека способна локализовать местоположение источника звука, расстояние между ушами около 10 сантиметров, то есть приход звука в одно ухо по отношению к другому может опаздывать самое большее на 0,0003 секунды. Обычно этот

интервал значительно короче. Чтобы определить источник звука, лисица поворачивает голову до тех пор, пока звук не станет приходить в оба уха совершенно одновременно.

Животные вообще могут очень точно измерять и запоминать величину интервалов между приходом отдельных звуков. Собака легко отличает звучание метронома, производящего 100 ударов в минуту, от того же метронома, дающего только 98 ударов. Даже для изощренных ушей музыкантов-профессионалов звучание обоих метрономов совершенно одинаково.

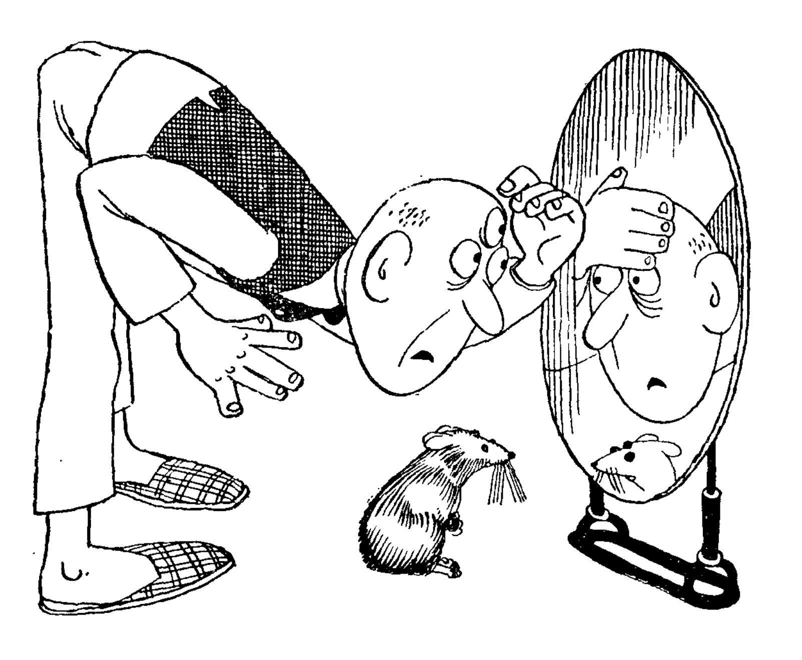
По многим показателям слух человека значительно отстает от животных. В одном мы стоим на недосягаемой высоте. Никто из животных не способен анализировать поток быстро следующих друг за другом звуков. Необходимость такого анализа понятна: без него была бы невозможна наша речь.

ТРЕТИЙ ГЛАЗ

К перрону вокзала медленно подходил детский туристский поезд. Огромный красный электровоз, поскрипывая тормозами, замедлил ход. Следом за ним, медленно извиваясь, пересекая стрелки и переходя с одного пути на другой, тянулась дюжина больших красивых темно-зеленых вагонов с широкими, чисто вымытыми окнами, а за ними белые сплюснутые носы и глаза, глаза, все парами, в три, четыре этажа, черные, серые, голубые, зеленые. Словно фантастический чудовищный зверь, приближающийся состав смотрел на город тысячью внимательных глаз.

— Тысячеглазка, — сказал кто-то в толпе встречающих. И это была правда. Поезд очень напоминал червячков турбеллярий, передняя часть тела которых окаймлена вереницей крохотных, почти микроскопических глаз. И полз он тоже как червяк, медленно и плавно извиваясь.

Глаза — очень важные органы чувств. Не удивительно, что у многих животных их десятки, а то и сотни. Чем примитивнее глаза, тем больше их должно иметь животное. Иначе не проживешь. Но чем со-



вершеннее становились зрительные рецепторы, тем меньше их требовалось. Существуют одноглазые животные. Это веслоногие рачки, названные в честь мифических одноглазых великанов Древней Греции циклопами. Они вполне обходятся одним-единственным лобным глазом.

Ну, а сколько же глаз наиболее целесообразно иметь? Вопрос совсем не такой простой, каким кажется на первый взгляд, и ответить на него нелегко. Количество необходимых животному глаз зависит от их совершенства и его образа жизни. На Земле есть существа, которые некогда имели очень хорошие глаза, а затем переселились в места, совершенно лишенные света, как это было с мексиканской пещерной рыбкой, и глаза у них исчезли.

Видимо, здесь можно смело положиться на природу. В процессе эволюции каждый вид животных приобрел их столько, сколько ему было необходимо

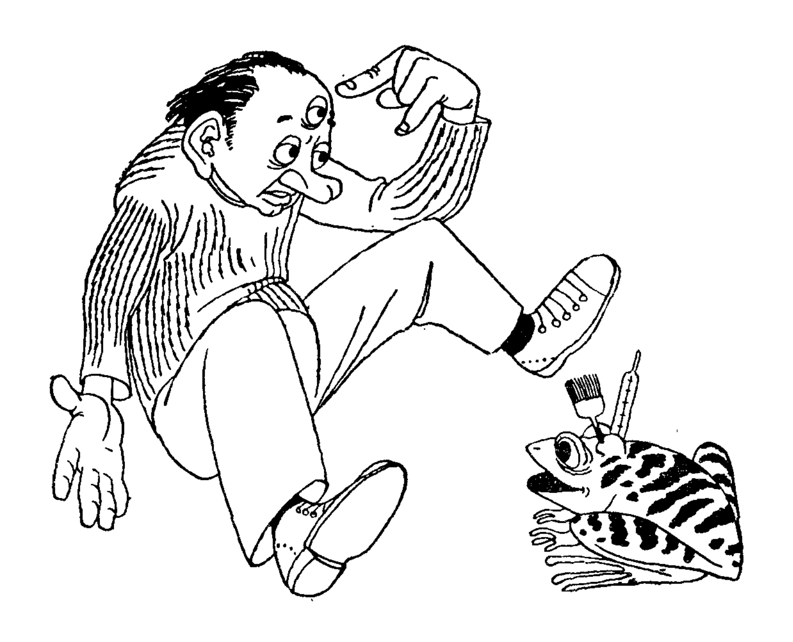
для благополучного существования. Для позвоночных животных, к которым относится и человек, имеющих очень сложно устроенный, высокоразвитый мозг и очень совершенные глаза, вполне достаточно... трех. Да, да, трех! Не удивляйтесь!

У рыб, земноводных, пресмыкающихся, птиц и даже у млекопитающих, в том числе и у каждого из нас, по три глаза. Только о существовании третьего глаза мы обычно забываем, а то и просто не знаем. Да и не мудрено: лишний глаз расположен у человека в глубине мозга и со всех сторон окружен различными его отделами, так что снаружи, конечно, совершенно невиден. Даже называется не глазом, а шишковидной железой. В процессе эволюции позвоночных животных он из настоящего глаза превратился в полноценную железу.

Таинственный глаз невелик. У человека он весит всего 0,1—0,2 грамма. Значительно меньше, чем у современных крокодилов или вымерших чудовищных звероящеров. У низших позвоночных животных этот орган по своему устройству ничем существенным не отличается от обычных глаз. Снаружи у него есть хрусталик. Внутри находится стекловидное тело, подобие сетчатки со светочувствительными клетками и остаток сосудистой оболочки. От глаза, как и полагается, отходит нерв.

Вот удивились ученые, когда около ста лет назад его впервые обнаружили. Сколько это вызвало различных предположений! Было совершенно непонятно, что высматривает таинственный глаз в мозгу. Следит за его работой? Может быть, с помощью этого глаза человек видит, осознает свои мысли и чувства? Высказывались и другие, не менее фантастические предположения.

Вопрос о функции третьего глаза, казалось, начал проясняться, когда узнали, что он есть у всех позвоночных животных. У большинства из них, например у лягушек, он находится в коже на вершине черепа, а у ящериц сразу под кожей, и хотя закрыт чешуей, но у игуан, крупных южноамериканских ящериц, эти чешуйки прозрачные, а у гаттерий, жи-



вущих в Новой Зеландии, вообще покрыт только тонкой прозрачной пленкой. Значит, он может видеть!

Ученые пытались изучить функцию этого добавочного теменного глаза. Опыты подтвердили, что он действительно реагирует на свет, даже может различать цвета. А это очень много, ведь и обычные парные глаза у многих животных цвета не различают.

Гаттерии очень древние существа, прямо живые ископаемые. Они жили в ту отдаленную эпоху, когда Землю населяли исполинские ящеры, и с тех пор ни чуточки не изменились. Вероятно, подумали ученые, в те далекие времена все живые существа широко пользовались для зрения и третьим глазом. Предположение подтвердилось.

Палеонтологи (ученые, изучающие вымерших животных) давно обращали внимание на непонятное отверстие в верхней части черепа вымерших гигантских ящеров. Оно оказалось третьей глазницей и по размеру только слегка уступало боковым. Теперь уже

не было сомнения: в древности животные активно пользовались всеми тремя глазами. Ведь очень удобно, прежде чем вынырнуть из воды, приблизить к ее поверхности голову и поглядеть третьим глазом, что творится на белом свете. Такая осторожность не лишняя ни для грозных хищников (как бы не удрала добыча), ни тем более для их жертв.

Так было выяснено, как возник и для чего в прошлом использовался третий глаз. Оставалось непонятным, зачем третий глаз современным животным. Скрытый чешуей, он у большинства пресмыкающихся видеть, конечно, ничего не может. Если бы он был совершенно не нужен, то вряд ли бы сохранился, как не сохранились задние конечности китов. Ученые хорошо знают, что органы, потерявшие для животных значение, исчезают очень скоро. А раз третий глаз остался, значит он для чего-то нужен и современным животным. Но для чего? Исследование пришлось продолжить.

Вскоре выяснилось, что у холоднокровных животных он выполняет функцию термометра. Эти животные не умеют поддерживать на одном уровне температуру собственного тела. Они могут только немного ее регулировать, скрываясь днем от палящего солнца, а в холодные ночи от мороза. Но прятаться, когда тело уже успело сильно нагреться или слишком охладиться, поздно: так недолго получить тепловой удар или замерзнуть. Вот третий глаз и служит для измерения наружной температуры, заранее предупреждая животных, что становится слишком жарко или слишком холодно и настала пора прятаться. Ведь для тепловых лучей кожные покровы животных не препятствие.

Этим, однако, функция третьего глаза не ограничивается. У амфибий он может регулировать цвет кожи. Если головастиков минут на 30 поместить в темную комнату, кожа у них заметно посветлеет. Но когда головастикам удаляют третий глаз, они теряют способность изменять цвет своей кожи. Оказалось, что третий глаз может вырабатывать особый гормон мелатонин, который и вызывает посветление кожи. На свету выработка этого гормона тормозится.

Третий глаз млекопитающих, хотя и скрыт глубоко внутри черепа, однако прекрасно осведомлен о том, что происходит снаружи. Во всяком случае, он отлично знает, светло на белом свете или землю окутал мрак. Сведения эти он получает, видимо, из первых рук. В третий глаз млекопитающих проникают только веточки симпатического нерва (других нервов в нем нет), идущие от верхнего шейного симпатического ганглия, который в том числе иннервирует и мышцы, расширяющие зрачок. Как известно, зрачки расширяются в темноте. Очень может быть, что смена дня и ночи и другие изменения освещенности вмешиваются в деятельность шишковидной железы. У крыс, длительно содержавшихся при постоянном освещении, вес шишковидной железы сильно снижался. Длительное пребывание в темноте, напротив, никак не сказывалось на теменном глазе.

Участием в изменении цвета и в терморегуляции функции третьего глаза не исчерпываются. Внимательное изучение показало, что у человека третий глаз превратился в полноценную железу, но железу необычную. Ни в какой другой железе, кроме шишковидной, нельзя увидеть астроциты, самые обычные нервные клетки, широко распространенные в полушариях головного мозга. В чем смысл такого тесного переплетения железистых и нервных клеток, пока не ясно.

Сейчас исследования ведутся во многих лабораториях мира. Головастики натолкнули ученых на мысль, что третий глаз у высших животных вырабатывает какие-то гормоны. Предположение подтвердилось. Оказалось, что вырабатываемые им гормоны действуют преимущественно на другое мозговое образование — гипоталамо-гипофизарный комплекс, который принимает самое активное участие в регуляции водно-солевого равновесия, состава крови, пищеварения, полового созревания и половой деятельности, а главное — организует наши эмоциональные состояния и, следовательно, в конечном итоге определяет характер нашей психической деятельности. Опыты, проведенные на животных, показали, что молодые

крысята, у которых удален третий глаз, быстрее растут и становятся крупнее, чем их нормальные сородичи. Они скорее достигают половой зрелости и чаще приносят потомство. Аналогично себя ведут оперированные цыплята. Они скорее становятся петушками и курочками, а потом интенсивнее несутся.

Дети, у которых вследствие какой-либо болезни ослабляется или вовсе прекращается деятельность шишковидной железы, рано достигают половой зрелости, а их половые органы непропорционально быстро растут и становятся чрезмерно большими. Наоборот, систематическое введение в организм препаратов, приготовленных из шишковидной железы, замедляет половое созревание, а у взрослых животных вызывает атрофию половых желез. Такие животные реже приносят потомство, менее активно стремятся обзавестись семьей.

Дальнейшие исследования обнаружили еще много интересного. Оказалось, что шишковидная железа, действуя на гипофиз или непосредственно на поджелудочную железу, участвует в регуляции уровня сахара в крови. Введение в организм вытяжек из шишковидной железы приводит к резкому изменению водного обмена. Некоторые ученые замечали влияние третьего глаза на работу надпочечников и щитовидной железы.

Из исследований, проведенных на людях и животных, видно, что шишковидная железа работает от рождения до глубокой старости и ничуть не снижает своей активности, хотя не исключено, что с возрастом все же изменяет характер своей деятельности. Об этом свидетельствует появление в тканях третьего глаза песчинок, состоящих из кальция, магния, фосфора и железа. У новорожденных странного мозгового «песка» нет, до 15 лет он вообще встречается редко, зато потом количество его с каждым годом увеличивается. Мы хорошо знаем, что крохотная песчинка может полностью нарушить работу нашего наружного глаза. Трудно представить, что щепотка песка в теле третьего глаза не мешает его деятельности.

С момента первых исследований мы много не-

ожиданного узнали о нашем третьем глазе. Исчерпываются ли этим его функции? Думаю, что нет. Опыты продолжаются. Вероятно, еще немало сюрпризов подарит нам этот таинственный и все еще плохо изученный орган.

УДИВИТЕЛЬНЫЙ МИР СВЕТА

Физика одна из древнейших наук. Уже на заре человечества люди научились изготовлять первые оптические приборы — плоские зеркала. Гораздо позже появились зеркала сферические, позволяющие собирать световые лучи в один пучок или равномерно рассеивать их. Сначала зеркала делали из металла. Изобретение стекла открыло перед оптикой огромные возможности, но прошло очень много времени, прежде чем научились шлифовать стеклянные линзы.

Увеличительные стекла захватили воображение образованных людей того времени. Через них рассматривали мелкие предметы, а наиболее изобретательные, прикрепив для удобства к шлему или иному головному убору, использовали как своеобразные очки. Пока это были простые игрушки. Потребовалось еще немало усилий, чтобы они превратились в современные бинокли, телескопы, микроскопы и фотоаппараты. Создавая их, люди и не подозревали, что могут многое позаимствовать у природы. Ведь наш глаз устроен ничуть не хуже любого современного фотоаппарата или съемочной телевизионной камеры. Он имеет специальные устройства, преломляющие световые лучи и фокусирующие их на внутренней поверхности задней стенки глаза, диафрагму, регулирующую количество проникающего внутрь света, и светочувствительные элементы, возбуждение которых по волокнам зрительного нерва транслируется в затылочные области мозга, где, как на экране телевизора, проходит своеобразная развертка, возникают зрительные ощущения, зрительные образы.

Чтобы отчетливо видеть окружающие предметы, необходимо очень точно сфокусировать их изображе-

ние на воспринимающих элементах. В современных фотоаппаратах это достигается перемещением объектива. Точно такую же конструкцию использовала природа, создавая глаза первых позвоночных животных. Хрусталик, одна из главных преломляющих сред глаза, у рыб и амфибий снабжен специальной мышцей, с помощью которой он может передвигаться вдоль оптической оси глаза.

У рептилий, птиц и млекопитающих появляется новсе, современной техникой еще не освоенное приспособление, позволяющее им осуществлять фокусировку, изменяя кривизну хрусталика, а следовательно, его преломляющую силу. Для этого служит кольцеобразная мышца, окружающая хрусталик.

Чтобы изменить форму хрусталика, у птиц и рептилий мышца сжимается и, сдавливая хрусталик, делает его более шарообразным. Кольцевая мышца млекопитающих, наоборот, растягивает хрусталик, делая его более плоским, когда же мышца расслабляется, хрусталик вновь увеличивает свою кривизну. Интересно, что при этом главным образом изменяется кривизна его передней поверхности, радиус которой колеблется между 6 и 10 миллиметрами, радиус задней поверхности изменяется не более чем на полмиллиметра.

Конструируя преломляющие устройства для глаз млекопитающих, природа допустила серьезный просчет. Она, видимо, не предполагала, что высший представитель этого класса животных — человек придумает крохотные крючочки и закорючки, назовет их буквами и будет с их помощью обмениваться информацией. Для этого людям пришлось стать достаточно близорукими, чтобы иметь возможность разбираться в своих же каракулях. Вот здесь по милости природы и начались наши неприятности. С возрастом хрусталик делается менее эластичным, растягивается он еще хорошо, но зато теряет способность принимать затем прежнюю форму: к старости человек становится дальнозорким, приходится прибегать к очкам.

Преломляющая сила глаза складывается в основном из преломляющей силы роговицы и хрусталика.

Показатели преломления роговицы и находящейся за ней жидкости почти такие же, как у обыкновенной воды. Поэтому под водой наше зрение сильно нарушается. Световые лучи, попадающие в глаз, проходят сквозь роговицу ничуть не преломившись, а один хрусталик не в состоянии сфокусировать световой поток на светочувствительных элементах. В воде человек становится настолько дальнозорким, что практически любой предмет, как бы далеко он ни находился, оказывается для нас слишком близко, и мы способны видеть только достаточно крупные предметы, да и то очень расплывчатыми. Это ничуть не мешает водолазам и аквалангистам прекрасно ориентироваться в прозрачной воде. Но у них глаза непосредственно не соприкасаются с водой. От нее их отделяет стекло и тонкий слой воздуха, поэтому в фокусировке принимает участие и хрусталик и роговица. Изображение получается вполне отчетливым, только все предметы кажутся на треть крупнее, чем в действительности. Это обстоятельство нужно всегда иметь в виду, слушая охотничьи рассказы аквалангистов.

Преломляющая сила глаза зависит не только от кривизны роговицы и хрусталика, но и от качества материала, из которого они состоят. Роговица рыб, как и человека, неспособна в воде преломлять световые лучи. Рыбы и не пытаются ее для этого использовать, она у них плоская, зато хрусталик шаровидный. У китов роговица выпуклая, а показатель ее преломления велик, в фокусировке участвуют и роговица и хрусталик.

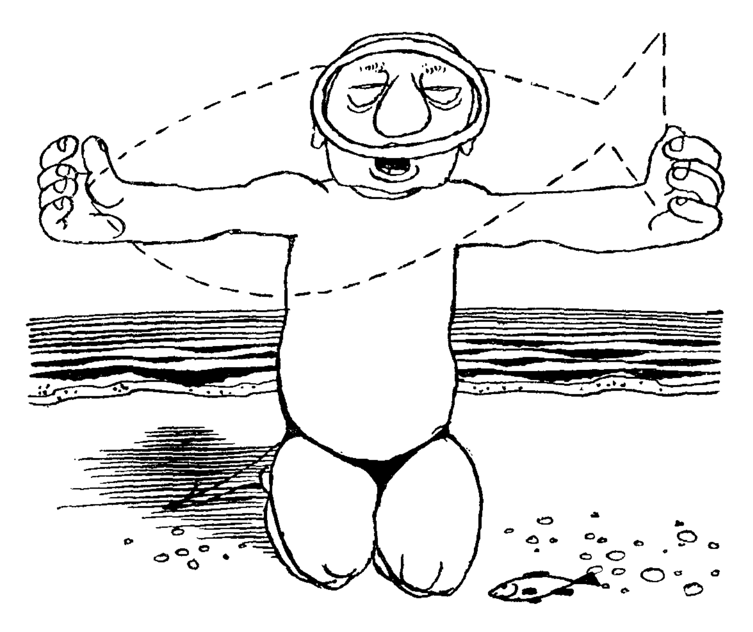
Каждый вид животных приобрел глаза, наиболее удобные для зрения в той среде, где он обитает. Труднее всего было тем, кому приходилось бывать и под водой и на суше. Им пришлось или выбирать себе зрение лишь для одной среды, или значительно реконструировать глаза. Небольшая рыба илистый прыгун выбрал для себя глаза типичного обитателя суши. Он постоянно вылезает на прибрежные деревья и проводит много часов вдали от воды. А если в воде его глаза ничего не видят, не беда: ведь в грязных лужах, где приходится обитать прыгунам,

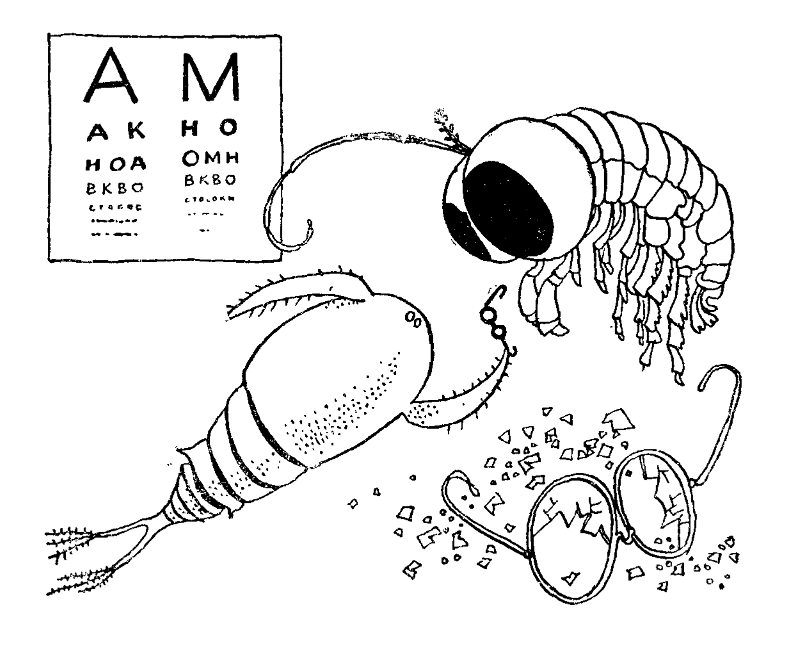
вода такая мутная, что глаза, пожалуй, совсем не нужны.

Жучки-ветрячки живут в чистой воде. Они не смогли сделать выбора, и природа снабдила их двумя парами глаз: одной для воды, второй для воздушной среды. Точно так же пришлось поступить природе с рыбкой четырехглазкой, обитающей в водоемах Центральной и Южной Америки. Питается четырехглазка насекомыми, ловко подпрыгивая и хватая их на лету.

Фактически у четырехглазки два вполне обычных глаза, только зрачки их сильно вытянуты в вертикальном направлении и разделены на две части специальной перегородкой. Преломляющие субстанции верхней части прозрачных сред глаза приспособлены для зрения в воздушной среде, нижние — в водной.

Особенно трудной задачей оказалось конструирование глаз для животных, способных очень быстро перемещаться. Бакланы, которым, как и всем птицам, для полета необходимо самое дальнее зрение, а в во-

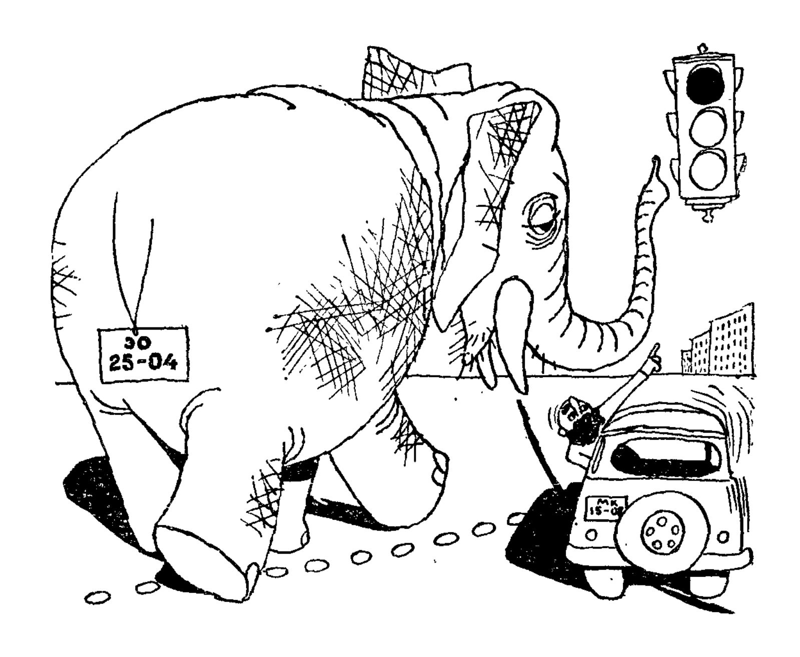




де при ловле рыбы — самое ближнее, могут очень сильно менять кривизну хрусталика. Если у человека даже в юности преломляющая сила глаза достигает всего лишь 15 диоптрий, то у бакланов она составляет 40—50. Поэтому они одинаково хорошо видят и небольшую рыбешку, стремительно удирающую к зарослям подводной травы, и орла, висящего высоко в небе у них над головой.

Очень хорошо видят и в воде и на суше большинство тюленей и многие морские змеи. А вот пингвины, покидая воду, становятся очень близорукими.

Очень сильно отличаются глаза современных животных по своей чувствительности к свету. Причина этих различий понятна: освещенность на земном шаре изменяется в широких пределах: то светит яркое солнце, то день становится пасмурным, то наступила глухая ночь. Многие животные постоянно живут в темноте, под землей, в пещерах, в глубине океанов.



Многие днем спят и только ночью выходят из своих убежищ. У таких животных обычно или очень большие и очень чувствительные глаза, или эти органы оказываются редуцированными, и их хозяевам приходится обходиться без зрения.

Иногда глаза достигают прямо-таки гигантских размеров: у глубоководных моллюсков до 20 сантиметров в диаметре, а у маленькой амфиподы равны трети длины тела. У глубоководных рыб и моллюсков глаза имеют телескопическую удлиненную форму и очень большой зрачок. Все эти приспособления направлены на то, чтобы собрать внутри глаза как можно больше световых лучей и сфокусировать их затем на световоспринимающих элементах, которые обладают очень большой чувствительностью. Сове, чтобы отчетливо видеть, нужно в 100 раз меньше света, чем человеку.

Еще одной очень интересной особенностью обла-

дают глаза глубоководных рыб и наземных хищников. У них внутренняя поверхность глаза имеет блестящий слой, так называемое зеркальце, которое очень хорошо отражает падающий на него свет. Благодаря этому зеркальцу светятся по ночам кошачьи глаза. Ни у волка, ни у кошки, ни у крокодила света глаза не вырабатывают, а отбрасывают попавшие внутрь и сконцентрированные на их задней поверхности слабые световые лучи звезд, луны, далеких огней. Поэтому в полной темноте глаза светиться, конечно, не могут.

Поистине жуткое впечатление производят на запоздалого путника, оказавшегося ночью в лесу, яркие, как угольки, внимательно следящие за ним из тьмы глаза. Однако не следует думать, что назначение зеркальца — пугать по ночам людей. Задача его иная: вновь отразить световые лучи на светопринимающие элементы и тем самым усилить их действие. Глаза, снабженные зеркальцем, способны максимально полно использовать все крохи света, пришедшие сюда. Люди, к сожалению, лишены этого ценного приспособления, и поэтому глаза не выдают нас, когда нам случится ночью притаиться в засаде.

Воспринимающими элементами глаза являются колбочки и палочки. Колбочек в человеческом глазе около 7 миллионов, а палочек и того больше — около 130. Распределены светочувствительные элементы неравномерно: колбочки расположены гуще в центральной части зрительного поля. Особенно высока их концентрация в желтом пятне, которым мы обычно пользуемся для очень детального изучения окружающих предметов.

Другое назначение колбочек — цветоощущение. Далеко не все животные различают цвета. Цветоощущение впервые возникло у высших беспозвоночных. Головоногие моллюски, ракообразные и многие насекомые прекрасно разбираются в цветах. Насекомые до некоторой степени даже превзошли всех остальных животных: они способны видеть ультрафиолетовые лучи, совершенно недоступные человеку. Благодаря этому они видят удивительный мир, с которым

мы познакомились лишь недавно, научившись делать снимки на фотопленке, чувствительной к ультрафиолетовым лучам.

У позвоночных хорошо различают цвета большинство дневных животных. Мир красок доступен многим рыбам, амфибиям, рептилиям и птицам. Лишь млекопитающих природа обделила этим даром. Может быть, это произошло потому, что их предки были ночными животными. Даже наши верные помощники — собаки, так много перенявшие у человека, различать цвета не научились. Кстати, не воспринимают цвета и копытные животные. Вопреки прочно укоренившемуся мнению, что быки очень не любят красного цвета, приходится констатировать, что они его совершенно не могут отличить от зеленого, синего или даже черного одинаковой с ним насыщенности. Из всех млекопитающих, по-видимому, только обезьяны да мы, люди, способны любоваться игрой красок.

Способность желтого пятна давать мозгу очень детальную информацию о рассматриваемом предмете, по-видимому, связана с очень высокой концентрацией здесь воспринимающих элементов, а также еще и потому, что каждая колбочка связана со своим собственным индивидуальным нейроном. Палочки такого индивидуального нейрона не имеют и вынуждены группироваться целыми компаниями вокруг одной-единственной нервной клетки.

С помощью желтого пятна мы увидим две разные точки, если их изображения попадут на две колбочки. Различать те же самые точки с помощью периферической части зрительного поля мы можем, когда их изображение проецируется на две разные компании палочек. Если две точки сфокусированы в пределах одной компании палочек, глаз увидит всего одну точку. Не удивительно, что у орлов и грифов, которым из поднебесья приходится высматривать на земле добычу, бывает не одно, а два или даже три желтых пятна.

Колбочки, кроме желтого пятна, есть и в остальных участках центральной части зрительного поля, только концентрация их здесь значительно ниже. А на пери-

ферии колбочек нет вовсе. Там находятся только палочки — световоспринимающие элементы более высокой чувствительности. Так как несколько палочек посылают свою информацию в одну и ту же нервную клетку, в сумерки очень слабо возбужденные палочки общими усилиями могут возбудить свой нейрон, и глаз все-таки что-то увидит, тогда как колбочки, адресующиеся лишь к своей собственной нервной клетке, в этом случае бессильны.

К помощи палочек мы прибегаем в сумерках, когда колбочки становятся просто помехой. Мы могли бы видеть ночью гораздо лучше, если бы не привычка фокусировать изображение на желтом пятне. Поэтому ночью мы гораздо лучше видим предметы, изображение которых оказывается на боковых участках сетчатки, а это происходит, когда мы не смотрим на предмет, который хотим увидеть.

Таким образом, для ночного зрения полностью или частично бесполезен значительный участок сетчатки, именно тот, которым так привычно и удобно пользоваться днем. Впрочем, и днем мы можем пользоваться не всей сетчаткой. Недалеко от желтого пятна расположено второе пятно — слепое. Здесь сквозь оболочки глаза выходят наружу волокна зрительного нерва. На этом участке совсем нет светочувствительных элементов, и он никакого участия ни в ночном, ни в дневном зрении не принимает.

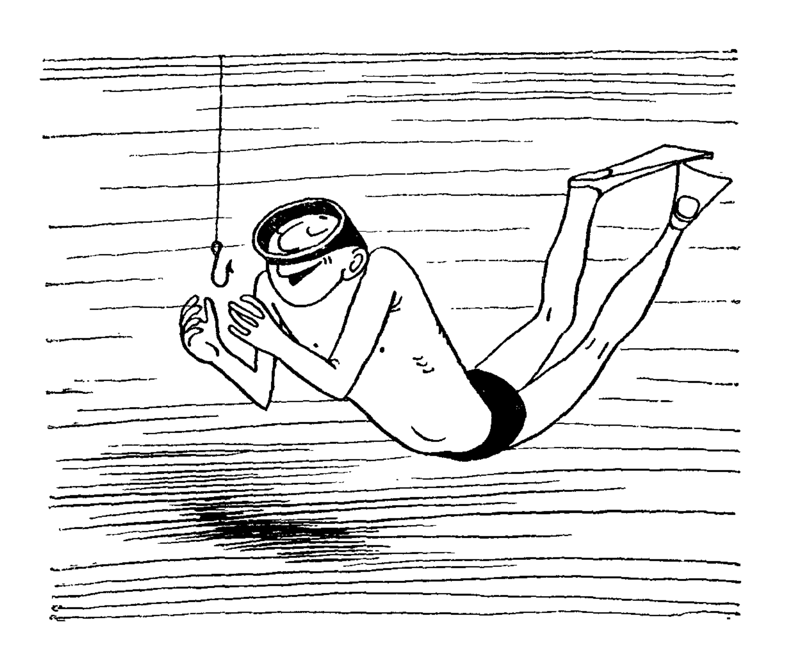
Удивительно, что мы не замечаем дырки в собственном поле зрения. Отчасти потому, что смотрим на мир двумя глазами и на слепые пятна каждого из глаз ложатся различные участки изображения. При рассматривании какого-либо предмета наш глаз не остается неподвижным, а скользит по контурам и наиболее существенным местам изображения, а кроме того, совершает еще мелкие дрожательные движения. Изображение предмета очень быстро перемещается по сетчатке, а это дает нам возможность видеть все его части.

Различная концентрация световоспринимающих элементов приводит к тому, что мы видим достаточно отчетливо только специально рассматриваемый пред-

мет. Для нас это очень хорошо, помогает сконцентрировать внимание на главном. Хищникам же, которые подстерегают свою добычу, необходимо очень широкое поле зрения. Они должны одинаково хорошо видеть достаточно обширный участок, и им такое зрение не очень подходит. Однако и здесь природа нашла выход.

Кому случалось погружаться в водолазном костюме в прозрачные морские воды вдалеке от суши, вероятно, чувствовал себя там довольно одиноко. Куда ни кинь взор, слева и справа, впереди, вверху и внизу — всюду голубовато-серая, уходящая вдаль дымка. И пустота: полная, бесконечная. Глазу просто не на чем остановиться. Даже космическое пространство не кажется таким пустым. Там ярко сияет солнце, весело поблескивают огоньки мириад звезд.

Рыбы, живущие в открытом океане, видимо, тоже чувствуют себя очень одиноко. Недаром большинство их ищет компании себе подобных, объединяясь в стаи.



Любой предмет в этой беспредельной пустоте приковывает внимание. От него невозможно оторвать взор, невозможно пройти мимо. На этом основан один из способов ловли на нехитрую снасть, называемую у рыболовов самодуром.

Устройство самодура несложно: длинная леска с грузилом на конце, к которой на отдельных поводках прикрепляют пяток рыболовных крючков. Наживки при ловле на самодур не требуется. Снасть опускают на глубину 30—50 метров и время от времени подергивают, а когда по дрожанию лески станет ясно, что рыба попалась, снасть осторожно вытаскивают в лодку.

На новичков обычно сильное впечатление производит то, что рыба глотает пустые крючки, и еще, пожалуй, большее, что она зацепляется за них брюхом, хвостом или спиной. А удивляться тут нечему. Рыбы, настрадавшиеся от пустоты, не могут оторвать взгляда от незнакомого предмета, пробуют его на вкус, вьются вокруг плотным клубком и нанизываются на крючки, когда рыболов подергивает за леску. Да если бы самого новичка опустить в морские глубины, он от голубой тоски не только крючки начал бы глотать, а и на сковородку сам бы выпрыгнул, если бы таковая поблизости оказалась.

Безусловно, для рыб, постоянно путешествующих в просторах голубовато-серого тумана, ни один встречный предмет не остается незамеченным. Ведь здесь ничто не приковывает взора, ничто не отвлекает, не мешает смотреть. Вот природа и решила создать некоторым хищным животным, живущим на расцвеченной веселыми красками земле, перед глазами пустыню, чтобы они легче замечали свою добычу.

Световоспринимающие приборы глаза устроены так, что они способны передавать в мозг информацию не об интенсивности падающего на них света, а лишь о характере изменения освещенности. Как только произойдет хоть малейшее изменение освещенности палочек и колбочек, они немедленно телеграфируют об этом мозгу и ждут следующих изменений, чтобы дать новую телеграмму. И так всю жизнь.

Об этих интересных особенностях световоспринимающих элементов впервые узнали благодаря изучению электрических реакций, возникающих при освещении глаза. Теоретическое осмысливание их приводило к гипотезе, что при пристальном рассматривании неподвижным глазом неподвижного предмета он может быть виден в течение лишь очень короткого времени. Проверить это предположение было не так-то просто, ведь человеческий глаз, кроме значительных поисковых движений, постоянно дрожит, совершая небольшие колебания. Все же ученым удалось найти остроумный способ для экспериментального изучения этого вопроса. Так как остановить движение глаза оказалось очень трудным, изображение прикрепили непосредственно к глазному яблоку. Благодаря этому, как бы глаз ни двигался, изображение фокусируется все на те же элементы сетчатки. Исследование подтвердило, что неподвижного изображения глаз не видит!

У позвоночных животных способность двигать глазами появилась на довольно поздних стадиях эволюции. Глаза большинства рыб неподвижны, но, видимо, им это не мешает. Вода не дает телу прочной опоры, и оно никогда не бывает абсолютно неподвижным, а вместе с ним движутся и глаза.

Когда древние рыбы превратились в земноводных и, выбравшись на сушу, получили для своего тела прочный фундамент, они взамен утратили способность непрерывно видеть окружающий их мир. Потеря эта оказала на амфибий, видимо, очень существенное влияние: утратив постоянный приток зрительной информации, они значительно поглупели по сравнению со своими предшественниками — рыбами. Когда нет информации, мозгу нечего делать и он не развивается.

Удивительный мир видят амфибии. Взгляните летним полднем на лягушку или жабу, нежащуюся где-нибудь на мелководье под лучами ласкового солнца. С каким философским спокойствием рассматривают они мир! Да и о чем волноваться! Когда жаркое марево повисло над болотом, а в воздухе не чувствуется ни ветерка и ни одна травинка, ни один листок не

дрогнет, перед глазами у жабы вместо буйства красок висит, как занавеска, голубовато-серая дымка, точно попала она в просторы океана или сидит перед экраном включенного телевизора, у которого испорчено приемное устройство.

Как ни скучен, ни однообразен мир, который видят амфибии, такие глаза создают известные удобства. Ни одно живое существо не ускользнет от их взора. Вот мимо пролетела муха, и на пустом экране телевизора тотчас появилось ее изображение. Вот она села на стебелек осоки, травинка качнулась и тоже появилась на экране, но ненадолго, и вновь перед лягушкой на фоне серовато-голубой дымки лишь ползущая муха, одна-единственная на всем белом свете. Ну как же ее не заметить? Никакая добыча не ускользнет от таких внимательных глаз.

Временная слепота не мешает амфибиям жить и нормально ориентироваться. Они не натыкаются на предметы, ведь стоит только шевельнуться, и на экране молчавшего до того телевизора появляется окружающий мир.

Можно считать, что амфибиям не очень повезло с анализаторами. Условия приема звуковой и обонятельной информации в воздушной среде значительно отличаются от того, что происходило в воде. Эти органы чувств у амфибий оказались не очень хорошо приспособленными к новым условиям. Поэтому пищу амфибии находят только с помощью зрения, да и ту могут замечать, лишь когда она движется.

Кому приходилось держать жаб и лягушек у себя дома, знают, что неподвижную пищу они не берут. Это очень прискорбная особенность лягушек. Как известно, эти безобидные терпеливые существа стали излюбленным объектом ученых для проведения всевозможных медицинских и биологических исследований; к тому же лягушки очень дешевы, а содержать их можно в течение всей зимы где-нибудь в прохладном помещении, и корма они в это время не требуют, ведь и в природе они зимой впадают в спячку и в этот период совсем не едят.

Лягушки — очень удобный объект для исследова-

ния, но есть у них один-единственный недостаток, пришло лето — кончай работу. Лягушки выходят из спячки и начинают усиленно питаться. В этот период им нужно много корма и обязательно живого. В лабораториях, где содержится по нескольку сотен или тысяч лягушек, организовать питание очень сложно, да и живой корм стоит намного дороже самих лягушек. Пытаться приучить есть из кормушки кусочки сырого мяса — бесполезно. Ведь они его не видят. Долго не удавалось преодолеть это препятствие, пока не догадались сделать вращающуюся кормушку, вроде карусели, по краям которой раскладывают кусочки мяса. К такой кормушке лягушки скоро привыкают и начинают как ни в чем не бывало питаться мясом.

Трудно представить, что, создавая глаза, природа с самого начала планировала использовать особенности зрения неподвижным глазом для повышения его чувствительности. У высших животных это свойство не сохранилось, глаза получили способность двигаться.

Улучшение зрения шло по пути повышения чувствительности световоспринимающих приборов. Это вносило свои трудности в работу глаза: очень чувствительным приемникам, способным хорошо работать в сумерки, мешает сильный свет. Поэтому, еще на заре создания зрительных рецепторов, они обзавелись диафрагмой, чтобы менять интенсивность светового порога.

У человека, адаптированного к темноте, диаметр зрачка достигает 8 миллиметров, при ярком свете он в несколько раз меньше. Сужение зрачка не просто ограничивает световой поток, оно позволяет увеличить резкость изображения, так как световые лучи в этом случае проходят через центр роговицы и хрусталика, то есть через те части светопреломляющей системы, которые оптически более однородны.

Анализаторы обладают одной интересной особенностью: ощущение, вызванное каким-нибудь раздражителем, исчезает не сразу после прекращения его действия. Благодаря этому мы слышим непрерывные звуки, а не отдельные колебания, и достаточно частые

световые вспышки воспринимаем как непрерывный световой раздражитель. Человек перестает замечать отдельные световые вспышки, если они даются с частотой 16—18 в секунду. Эти свойства зрения стали предпосылкой для возникновения особого вида искусства — кино. Благодаря тому что во время демонстрации кинофильмов отдельные диапозитивы проецируются на экран с частотой 24 кадра в секунду, мы видим непрерывное изображение, и у нас возникает иллюзия реальности движения.

Мы, люди, очень медлительные существа, и такая длительность последовательных ощущений нам не мешает жить. А вот птицам и летающим насекомым она не подошла. Если бы и у них ощущение сохранялось так же долго, им трудно было бы видеть окружающий мир при быстром полете. Зато они лишены удовольствия смотреть фильмы в наших кинотеатрах. Чтобы насекомые увидели единое изображение, потребовалось бы менять не меньше 200 кадров в секунду.

Камерный глаз высших животных настолько сложный прибор, что приходится учиться им пользоваться. Эту функцию берет на себя мозг. Раньше, чем пользоваться глазами, мозг должен научиться расшифровывать посылаемую ими информацию. Например, определять, который из двух предметов находится ближе. Может случиться, что их изображения на сетчатке окажутся равными или даже образ далекого предмета будет больше, чем ближнего.

Вообще простое изображение предмета на сетчатке не позволяет судить о его размерах. Решить эти вопросы на основе информации, полученной лишь от светочувствительных элементов, невозможно. Приходится сопоставлять чисто зрительные ощущения с показателями мышечных рецепторов, информирующих мозг о положении каждого из глаз (вернее, о величине угла, под которым пересекаются его оптические оси), а также с величиной аккомодации, то есть степенью изменения кривизны хрусталика. Величина аккомодации позволяет нам ориентироваться в величинах и расстояниях при рассмотрении предмета одним глазом. Этот же механизм используют многие жи-

вотные, кролики, вальдшнепы, рыбы, устройство лицевой части черепа которых не дает возможность рассматривать интересующие их предметы двумя глазами.

Возможность к дешифровке и объединению оптических и двигательных показателей заложена в конструкции мозга, но этому приходится учиться точно так же, как и управлять своими руками и ногами.



Насекомые своими сложными глазами видят весь мир мозаичным, но им повезло в том отношении, что изображение окружающих предметов получается прямым. Позвоночным животным сложнее пользоваться своими камерными глазами. Поскольку световые лучи, проникающие в наш глаз, проходят сквозь крохотную двояковыпуклую линзу и в ней преломляются, изображение рассматриваемых предметов, сфокусированное на задней стенке глаза, оказывается перевернутым вверх ногами. Почему же мы видим мир нормальным, какой он есть на самом деле? Оказы-

вается, наш мозг, сопоставляя показания, получаемые из глаз, с информацией, идущей от других органов чувств, главным образом от кожных и мышечных рецепторов, еще в раннем детстве привыкает в ней правильно разбираться.

А что будет, если изображение на задней стенке глаза окажется ориентированным правильно? Что увидит наш глаз тогда?

Подобные опыты проводились неоднократно. Вернуть изображению на сетчатке глаза правильное положение можно с помощью специальных очков. В первый момент весь мир кажется опрокинутым. Но если очки носить не снимая, уже через четыре дня мозг перестроится, и мы вновь увидим привычную картину. Зрение становится настолько нормальным, что человек может рисовать, свободно водить машину. Но стоит теперь снять очки, и мир вновь опрокинется навзничь. Опять придется мозгу привыкать к новой манере передачи информации. Какие процессы происходят при этом в мозгу, пока еще окончательно выяснить не удалось, но мы затронули здесь уже другую область — работу головного мозга.

ШЕПОТ ПЛАНЕТЫ

Между зрительным и звуковым анализаторами есть весьма существенная разница: лишь очень немногие из животных способны светиться, тогда как подавляющее большинство тех, кто слышит, имеют специальные устройства, дающие им возможность наполнять мир звуками жизни. Сейчас уже нет возможности полностью восстановить, как развивалась у животных способность использовать звуковые сигналы. Можно лишь предполагать, что звуковой анализатор возник в связи с необходимостью слышать звуки, издаваемые жертвами или врагами.

Когда животные обзавелись ушами, то не могли не заметить, что немаловажную информацию можно получить и от своих ближайших сородичей, если прислушаться к производимым ими звукам. Эти сигналы

рассказывали не только о том, что делают в настоящее время члены семьи или стаи, но и давали известное представление обо всем, что творится в мире. Отсюда один шаг до активной посылки сигнала своим сородичам.

У животных выработалась способность производить звуки для общения друг с другом. Чтобы достаточно точно воспроизводить эти звуки, нужно их очень хорошо слышать, поэтому звукопроизводящие и звуковоспринимающие органы должны были развиваться совместно.

Действительно, животные особенно хорошо воспринимают собственные звуки и голоса сородичей. Естественно, они не могли не заметить, что производимые ими звуки могут вызвать появление эха и что совершенно одинаковые звуки каждый раз могут породить весьма различное эхо. Когда природа поняла причину таких различий, она начала экспериментировать и ставила опыты до тех пор, пока не создала такие звуковоспроизводящие и воспринимающие системы, которые позволили животным использовать свои звуки непосредственно для собственной надобности.

Наиболее совершенным звуковым прибором обладают птицы и млекопитающие. Их голосовой аппарат, работающий за счет движения воздуха, способен издавать большую гамму звуков. Не все из них в одинаковой степени одарены природой, некоторых она почему-то обошла, создав их безголосыми. Тогда, чтобы внести лепту в общее море звуков или разнообразить репертуар, животным приходится изобретать свои способы выражения чувств и прибегать иногда для этого к подсобным средствам.

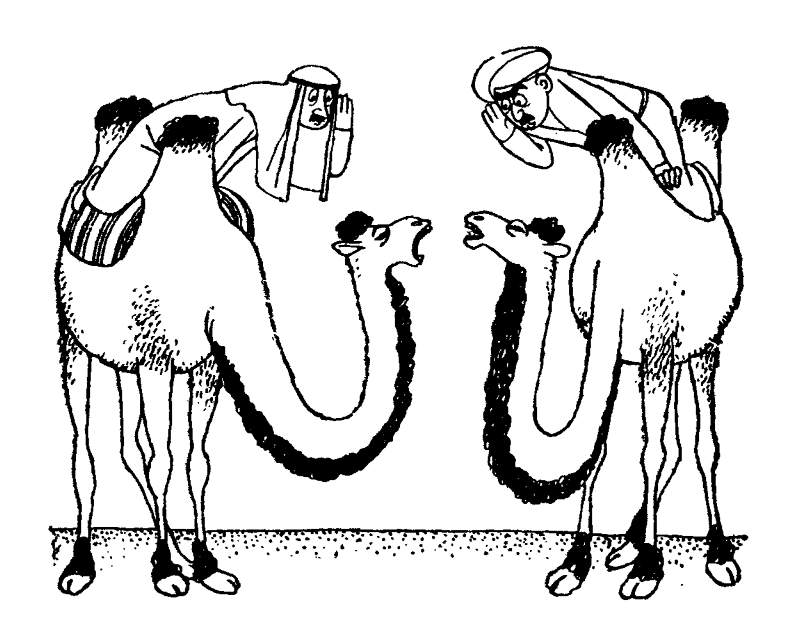
Наиболее характерным звуком для гудсонской совы является громкое щелканье клюва. Виртуозы с помощью клюва могут устраивать целые концерты. Звуки, издаваемые аистами, очень напоминают щелканье кастаньет. Широко варьируя ритм и силу звука, аисты исполняют чудесные серенады.

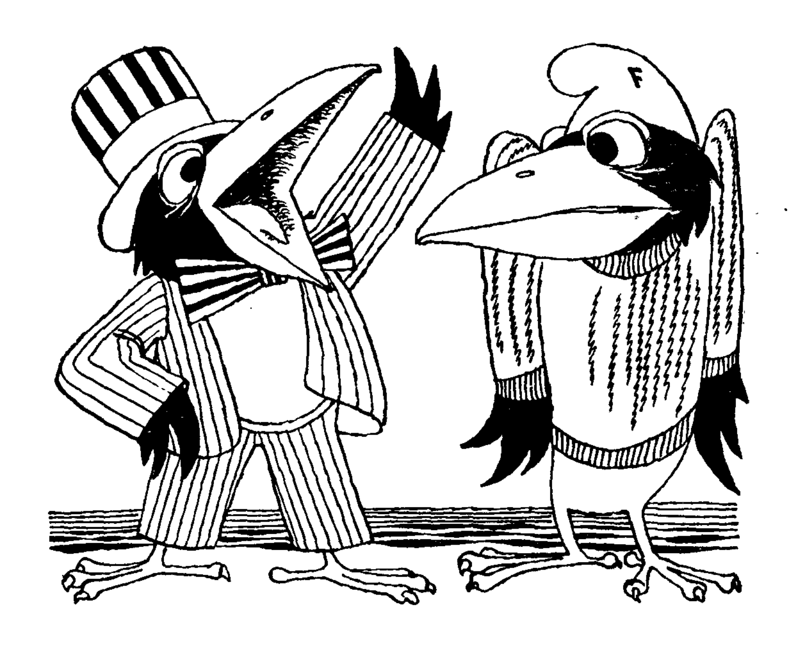
Дятлу одного клюва оказалось недостаточно. Влюбленный дятел выстукивает для своей подруги

целые барабанные концерты, используя в качестве инструмента сухие деревья. Самец куропатки выбивает дробь крыльями, делая до 40 ударов в минуту.

У насекомых нет голосового аппарата, для производства звуков они обычно используют трение. Саранча водит лапкой по своим жестким крыльям. Кузнечики извлекают звук трением надкрылий друг о друга. У сверчков на трущейся поверхности крыла около 150 треугольных призм и четыре перепонки, вибрация которых усиливает звук. Не удивительно, что и уши у насекомых не на голове. У сверчка звуковоспринимающий аппарат расположен на коленке, у саранчи — при основании ножки.

Рыбы извлекают звуки при трении жаберных пластин. Карповые скрежещут глоточными зубами. Очень интересно устроен звуковой аппарат окуневых, особенно развитый у поющих рыб и морского петуха — триглы. Звуки издаются с помощью плавательного





пузыря, благодаря сокращению особых барабанных мышц, которые вызывают колебания его стенок.

Многие звуки животные издают во время движения. Блеяние бекаса, несущееся с неба, возникает от вибрации рулевых перьев хвоста во время особого токового полета. Надсадный писк комара, от которого невольно замираешь, ожидая укуса, вовсе не является предупреждением — иду на вы, — какие посылал своим врагам киевский князь Ярослав Мудрый, собираясь на них напасть. Комариный писк возникает от движения крыльев, и, видимо, в некоторые моменты комар и рад бы замолчать, да не может.

Язык животных всегда интересовал людей. Желание понять его возникло еще на заре существования человечества. Жрецы, ученые, художники, писатели не раз обращались к этой теме. Языку животных посвящены целые тома. Среди их авторов много очень известных имен. Большинство этих произведений те-

перь уже забыты, в том числе «Азбука животных», принадлежащая перу известного английского писателя Чарльза Диккенса. Это было последним произведением выдающегося мастера слова.

Бесчисленные исследования не привели к дешифровке сигналов, которыми обмениваются животные. Только появление аппаратуры, позволяющей записывать, многократно воспроизводить и всесторонне анализировать звериные разговоры, позволило вплотную заняться этой захватывающей проблемой.

Назначение сигналов очень различно. Одни служат сигналом сбора, другие — опасности, третьими оповещают о находке пищи, четвертыми призывают подругу. Мелодичные, чарующие песни наших птиц чаще всего оповещают, что гнездовой участок уже занят.

Очень интересно и не совсем еще понятно, почему песни птиц и лягушек, в сущности несущие очень немного информации, столь сложные, а нередко еще и очень красивые музыкальные произведения. Способность к пению — врожденная реакция, но, чтобы правильно петь, птицам приходится учиться. Птенец, который ни разу не слышал голосов своих сородичей, никогда не станет хорошим певцом. Удивительно не то, что птицы способны учиться, а то, что они обладают хорошим вкусом. Никогда не бывает, чтобы хорошие певцы переняли плохую манеру петь, обычно плохие певцы учатся у хороших. Этим объясняется, почему в одних местах попадаются только хорошие певцы, а в других только плохие.

Язык животных оказался не столь бедным, как полагали. Особенно он богат у существ, живущих большими сообществами. На что уж куры глупые птицы, но даже у них ученые обнаружили до 30 слов-сигналов.

Каждому виду присущ только ему свойственный набор сигналов, а виды, широко распространенные по земному шару, распадаются даже на отдельные национальности или, вернее, языковые группы. Оказалось, что вороны, живущие в Соединенных Штатах, совершенно не понимают французских, а черномор-

ские дельфины не знают языка своих средиземноморских собратьев.

С другой стороны, самые неродственные звери, если им приходится жить вместе, частично осваивают сигналы своих соседей, особенно оповещающие об опасности. Сигнал тревоги, который подает своим стрекотанием сорока, хорошо понятен всем обитателям окрестных лесов и полей. Даже косолапый хозяин тайги медведь или гроза уссурийских лесов полосатый красавец тигр не пропустят его мимо ушей. Наконец, среди птиц встречаются полиглоты. Это те, кому приходится кочевать. Так они осваивают различные варианты языка своих оседлых сородичей.

Голоса отдельных видов животных настолько разнятся, что их хозяев нередко легче отличить по этому признаку, чем по каким-нибудь другим. Знатоки птиц без ошибки скажут, к какому виду относится поющая пеночка, и, пожалуй, затруднятся определить, если птица попадет им в руки. Значительное различие голосов имеет глубокий смысл. Очень похожие пеночки никогда не дают гибридов, звуковые сигналы помогают им без ошибки узнавать друг друга. Такое же значение имеют песни многих насекомых. Даже комары узнают своих подруг по характерному для каждого вида писку, зависящему главным образом от частоты движения крыльев.

Сигналы, посылаемые животными, отличаются по длительности, по амплитудной и частотной модуляции, величине интервалов между отдельными звуковыми посылками, ширине спектральных полос, крутизне фронта нарастания и спадения сигнала и по ряду других признаков. Однако, как ни строго различаются между собой голоса животных, детальный анализ производимых ими звуков выявил известное сходство.

Оказалось, например, что сигнал воздушной тревоги у большинства птиц и мелких животных — длительный, медленно нарастающий звук. Такой сигнал с малой крутизной фронта нарастания очень трудно локализовать в пространстве, но в данном случае это значения не имеет. Когда враг грозит сверху, когда

над головой ястреб или орел, готовый вас сию же минуту схватить, бесполезно удирать сломя голову. Сигнал «воздушной тревоги» не дает животным никакого указания на то, справа или слева, спереди или сзади угрожает опасность, а следовательно, не подсказывает, в какую сторону бежать. Остается только замереть на месте в надежде, что тебя не заметят, или юркнуть в ближайшее убежище. И только это может спасти при нападении сверху.

Совсем иначе выглядят сигналы наземной тревоги. В этом случае очень важно, с какой стороны грозит опасность, а следовательно, необходимо точно уловить, откуда подан сигнал. Поэтому сигнал наземной тревоги должен быть таким, чтобы его можно было точно локализовать. У кур это пачки коротких импульсов, круто нарастающих вначале, а затем медленно спадающих. На сигнал наземной тревоги птицы взлетают, а животные убегают в направлении, противоположном тому, откуда раздался сигнал.

Несмотря на неожиданное богатство языка животных, который может быть не только звуковым, это все же язык второго сорта. Все «слова» звериного языка передаются по наследству, а не выучиваются, как приходится делать детям. Сигналы, которыми обмениваются животные, возникают у них непроизвольно под влиянием тех или иных эмоциональных состояний. Когда курица испуганно кричит, увидев падающего с неба коршуна, это вовсе не означает, что она хочет оповестить подружек о грозящей опасности. Крик у нее вырвался так же непроизвольно, как вскрикиваем мы, случайно притронувшись к горячему утюгу. То, что язык животных врожденный, а обмен информацией происходит непроизвольно, одна из причин, почему он в отличие от языка людей развивается очень медленно.

Животные, длительное время обитающие вместе, в конце концов научаются извлекать из все тех же непроизвольных звуковых сигналов гораздо больше информации о нюансах окружающей обстановки. Так, по звуковым реакциям и общему поведению одной из двух живущих в доме собак вторая может

совершенно точно знать, кого из членов хозяйской семьи увидела в окне ее товарка.

Животные могут и более активно пользоваться звуковой сигнализацией. Собаку не трудно научить подавать голос, когда ей хочется пить, громко и часто лаять, когда она голодна, и визжать, когда настало время для прогулки. Попугаев, голосовой аппарат которых ближе всего к человеческому, можно научить произносить отдельные слова и даже целые фразы на любом языке и употреблять их в соответствии с окружающей обстановкой. Попугай жако, которого привез в Англию отставной боцман одного из торговых судов, научился кричать «пить», когда в баночке высыхала вода, и говорить «дай салата», если ему хотелось пощипать зелени. Попугай никогда не забывал пожелать людям «спокойной ночи», даже если в комнате никого не было, прежде чем засунуть голову себе под крыло.

Подобная реакция уже шаг вперед по сравнению с непроизвольной сигнализацией, о которой говорилось выше, хотя от человеческой речи они все еще достаточно далеки. Это всего лишь условнорефлекторные реакции, ничуть не сложнее обычного условнорефлекторного отделения слюны, которое возникает у собаки в ответ на бренчание миски, когда хозяин наливает похлебку.

Возможны ли между животными более сложные формы сигнализации?

Недавно американские исследователи, изучавшие дельфинов, столкнулись с интересной загадкой. Двух животных, живших в одном бассейне, обучили при показе одной из двух фигур нажимать на левый рычаг, а при показе второй — на правый. Затем бассейн разгородили на две части. Дельфин, оставшийся в правой половине, хорошо видел фигуры, но не имел возможности дотянуться до рычагов. Второй дельфин, помещенный в левую часть бассейна, мог свободно нажимать на рычаги, но фигуры, предъявление которых служило сигналом для нажима, ему не были видны.

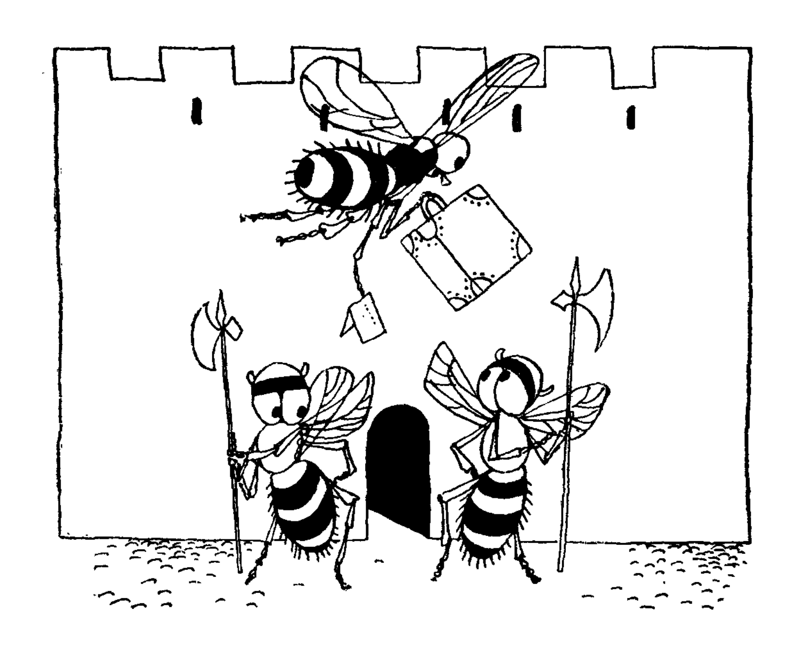
Когда обычный опыт впервые повторили в разго-

роженном бассейне, ученые были поражены тем, что левый дельфин, не видя сигнальных фигур, без ошибки нажимал на нужный рычаг. Это оказалось возможным потому, что правый дельфин сумел информировать своего левого собрата, когда и какие фигуры показывали.

Дельфины пользовались звуковой сигнализацией. Ее удалось даже записать на магнитную ленту. Неясным остается пока только характер этой информации. Возникают ли у правого дельфина звуковые реакции непроизвольно, как у собаки, увидевшей в окно своего хозяина, или дельфины могут в случае надобности активно обмениваться информацией об окружающей обстановке. Если правильным окажется второе предположение, это будет означать, что сигнальные реакции дельфинов ближе к разговору людей, чем сигнализация любых других животных.

Большое разнообразие и вместе с тем строгая специфичность звуковых сигналов не могли не вызвать подражания. Иногда сходство голосов двух животных бывает чисто случайным. Непосвященному горожанину, оказавшемуся ночью в лесу, где празднуют свои свадьбы безобидные, грациозные косули, придется испытать немало страха. Неожиданно сильный голос влюбленного самца очень напоминает рев крупного хищного зверя. Впрочем, ученые не знают, действительно ли это случайное сходство. Не исключено, что природа, планируя призывный клич косули, решила сделать его притягательным для самки и устрашающим для всех остальных. А как же иначе охранить этих беззащитных и в остальное время таких тихих и незаметных созданий, которые и защитить-то себя не в состоянии?

Гораздо чаще мы встречаемся с «сознательным» подражанием. Осы опасные существа, не каждый отважится на них напасть. Подражать им для беззащитных существ было бы весьма выгодно. Такие виртуозы нашлись. Там, где постоянно летают осы, нетрудно встретить крупных мух. Оса в полете жужжит, делая крыльями 150 взмахов в секунду. Мухи тоже жужжат, и звук их очень похож на осиный: они де-



лают 147 взмахов в секунду. Такого сходства достаточно, чтобы хищники путали их с осами. Сами же мухи обладают достаточно изощренным слухом, чтобы не ошибаться: они никогда не пытаются заводить с осами любовные шашни.

Пчелиный улей — совершенно неприступная крепость. Только медведь решается вступить с пчелами в открытый бой, но и его нередко обращает в бегство дружная семья.

У летка в улей постоянно дежурит охрана, всегда готовая дать отпор любому обидчику. Мимо недремлющей стражи трудно пройти незамеченным. Как ни заманчив мед, как ни много желающих им полакомиться, пробраться в улей никто не может.

Вот почему ученых всегда удивляло, как это удается крупной бабочке бражнику «мертвая голова». Крылья и брюшко этой бабочки окрашены в черный и желтый цвета, а на спинке есть группа

желтовато-белых пятнышек, очень напоминающих по форме череп и скрещенные кости, благодаря чему она и получила свое название. Проникнув в улей, «мертвая голова» выпивает огромное количество меда и, отяжелевшая, почти неспособная лететь, безнаказанно убирается восвояси. Бражник умеет издавать довольно резкие звуки. Эти «песни» «мертвой головы» и завораживают стражу. На пчел они оказывают такое же неотразимое влияние, какое песни сладкоголосых сирен на древних мореходов. Недавно удалось понять причину этой власти: оказалось, что бабочка умеет подражать «голосу» молодой пчелиной матки.

Пчелы без матки чувствуют себя сиротами. Когда в начале лета часть их вместе со старой маткой покидает отчий дом, улей погружается в уныние. Но вот из кокона вылупилась молодая матка, и в притихшей на несколько дней пчелиной семье все изменилось. Почти сразу же молодая матка начинает знакомиться с ульем, оживленно бегает по сотам и при этом «тюкает» (поет), объявляя рою о своем появлении на свет.

Тюканью только что вышедшей из кокона молодой матки и подражает «мертвая голова». На пчел это действует как магическое заклинание. Воспользовавшись временным замешательством, «мертвая голова» забирается на соты, торопливо сосет мед и спешит покинуть улей, пока его обескураженное население не успело прийти в себя.

Случаи звукоподражания, своеобразной звуковой мимикрии, встречаются и у других животных, хотя эти явления изучены еще недостаточно хорошо. Они чаще наблюдаются у водных животных, для которых звуки имеют гораздо большее значение, чем для наземных. К звукоподражанию прибегают хищники, чтобы беспрепятственно подобраться к жертвам; со своей стороны, жертвы подражают более сильным существам, чтобы отпугнуть хищников. Нередко используются ультразвуки, не воспринимаемые человеческим ухом, что значительно затрудняет изучение этого интересного явления.

Для животных, ведущих ночной образ жизни, использование эха так же привычно, как и другие виды звуковой сигнализации. Принцип прост: звуковая волна, порожденная животным, отражается от встретившихся ей на пути предметов и возвращается обратно. По тому, сколько времени потребовалось, чтобы звуковая волна вернулась обратно, животное может судить, как далеко находится предмет, а по характеру эха — и о свойствах этого предмета.

Способностью к эхолокации обладает подавляющее большинство высших животных. Лишенная зрения собака за один-два дня способна научиться не натыкаться на стены и крупные предметы. Ее изощренное ухо легко замечает отраженный от сплошных поверхностей звук, порождаемый шумом ее шагов. После более длительной тренировки собака может научиться избегать и более мелкие предметы.

Человек также способен пользоваться эхом. Слепые от рождения, обладающие очень развитым слухом, ориентируясь по звуку собственных шагов или палки, научаются в конце концов не натыкаться даже на не очень толстые деревья. По сравнению с дельфинами или летучими мышами это, конечно, очень грубый способ ориентировки, но характер звуков, используемых человеком, не дает ему возможности осуществлять более точные реакции.

Сходным образом ориентируются рыбы, движение их тел вызывает в подводном царстве местные сжатия, распространяющиеся в разные стороны, как обычные волны. Их отражение от встречных предметов улавливается особым органом, боковой линией, которая есть у всех рыб и хвостатых амфибий. С помощью такой вибролокации (волны, создаваемые рыбами, не относятся к звуковому диапазону) они даже ночью не натыкаются на подводные препятствия.

Чтобы локация стала более совершенной, природе потребовалось реконструировать у животных звуковоспроизводящие органы. Во-первых, при локации нет необходимости посылать звук во все стороны, как это происходит при звуковой сигнализации между

животными. Гораздо выгоднее посылать звук узким пучком строго в том направлении, которое необходимо обследовать. Во-вторых, не каждый звук пригоден для локации. Чтобы звук хорошо отразился, препятствие должно быть в 2—3 раза больше звуковой волны. Поэтому для локации используются, как правило, короткие волны.

Из птиц, способных к эхолокации, наибольшей известностью пользуется гуахаро, живущий на островах Карибского моря и в близлежащих странах Латинской Америки. Эти крупные, шоколадно-коричневые в белую крапинку птицы, размах крыльев которых достигает без малого метра, очень похожи на больших ястребов.

У гуахаро ночной образ жизни. Весь день проводят они в глубине пещер, где вьют свои гнезда на недоступных карнизах. Ночью птицы вылетают на кормежку в поисках плодов тропических пальм, а с рассветом возвращаются обратно. Уверенно проносятся они в полной темноте по извилистым подземным коридорам, не натыкаясь на стены и выступы. Птицам хорошо «видна» дорога, они «освещают» ее звуком.

Во время полета гуахаро издают частые, короткие звуки в диапазоне 7000 колебаний в секунду, вполне доступные человеческому уху. Звук, как известно, в воздушной среде распространяется со скоростью 340 метров в секунду, то есть в 12—15 раз быстрее скорости птицы, поэтому звуковая посылка всегда успевает на много раньше, чем сами гуахаро, достичь препятствия и вернуться обратно. Птицы получают своевременную и исчерпывающую информацию о ближайших отрезках пути. Для той же цели пользуются звуковой эхолокацией ласточки-саланганы и некоторые другие ночные птицы.

Летучим мышам и дельфинам эхолокация нужна не только для того, чтобы избегать препятствий. Она необходима и при поисках пищи, поэтому им пришлось взять на вооружение ультравысокие звуки с частотой от 40 до 300 тысяч в секунду и длиной волны 1—3 миллиметра.

Летучие мыши, питающиеся плодами, ягодами и крупными сидящими на ветвях и листьях насекомыми, и вампиры, пьющие кровь крупных животных, лоцируют с помощью звуков слабой интенсивности и частотой до 150 тысяч в секунду. У этих животных задача относительно легкая: отыскать хотя подчас и небольшие, но неподвижные объекты, поэтому они используют звуки постоянной частоты.

Гораздо сложнее задача у дельфинов и летучих мышей, хватающих добычу на лету. Им нужно получить информацию не только о том, где в данный момент добыча, но и куда, с какой скоростью держит путь. Видимо, поэтому большинство летучих мышей используют для локации звуковые посылки, в которых частота колебаний звуковых волн меняется.

Например, некоторые гладконосые мыши, повиснув где-нибудь на ветке вниз головой, как птицы-мухоловки, высматривают добычу, поворачивая мордочки в разные стороны и посылая в пространство 10—20 раз в секунду сигналы, состоящие примерно из 50 звуковых колебаний, которые начинаются на частоте 90 тысяч, а заканчиваются при частоте 45 тысяч, то есть в одной посылке нет даже двух одинаковых частот. Когда добыча обнаружена, частота посылок увеличивается до 200 в секунду, а длительность каждой сокращается до 0,001 секунды.

Ученые считают, что, определяя направление полета жертвы, летучая мышь руководствуется изменением длины звуковых волн эха по сравнению с размером волн локационного импульса. Если добыча движется навстречу мыши, то отраженные звуковые волны будут короче. Они как бы сжимаются летящей жертвой, и чем ее скорость больше, тем больше будут сжиматься отраженные волны, тем звуковой состав эха будет более высоким. Если же добыча улетает от мыши, звуковые волны эха растягиваются тем больше, чем быстрее она летит, и тем более низкий звук доходит до ушей преследователя.

Эхолокатор летучих мышей настолько совершенен, что они могут отличить одинаковые кусочки бархата от наждачной бумаги и фанеры. Каждый предмет по-



своему отражает звуковые волны. От гладких поверхностей они отражаются полнее, тогда как шероховатые, мягкие поверхности их гасят. Этим объясняется, почему иногда летучие мыши запутываются в высоких дамских прическах. Они вовсе не собирались причинить вреда их испуганным обладательницам, а просто случайно столкнулись с пышной шевелюрой, не получив от нее эха.

Насекомые, которые служат пищей летучим мышам, давно догадались об особенностях отражения звуковых волн. Они поняли, что могут стать невидимыми. Вот поэтому, а вовсе не из-за ночного холода, тело большинства ночных бабочек, и мотыльков, и даже некоторых жуков покрыто густым и мягким пушком. Они дают очень слабое и чрезвычайно расплывчатое эхо, так что летучая мышь может даже и не заметить добычи. А если у бабочки к тому же есть звукоприемник, настроенный на волну локатора ночной хищницы, шансы остаться в живых сильно по-

вышаются, ведь чтобы спастись, насекомому нужно только сложить крылья и камнем рухнуть в траву.

С помощью своего удивительного локатора летучие мыши могут не только ориентироваться в воздушном океане, но способны даже «просвечивать» более плотные среды. Среди них есть любители рыбного стола. Летая над самой поверхностью воды, они посылают вниз звуковые сигналы и, как только получат нужный ответ, опускают лапы в воду и вытаскивают на поверхность свою добычу.

Ученые не сразу поняли, как им это удается. Мало того что уходящий в воду звуковой сигнал частично отражается от ее поверхности, а возвращающееся назад эхо сильно рассеивается воздухом, акустические свойства воды и рыбьего тела, которое само на 80 процентов состоит из воды, имеют большое сходство, и звуки, издаваемые летучей мышью, практически не должны отражаться от рыбьих тел. Так в действительности и происходит. Сами рыбы для летучих мышей, оказывается, совершенно не «видны». Но у них есть небольшие плавательные пузыри, наполненные газом. Они-то и выдают рыб. Летучие мыши, прощупывая локатором толщу воды, легко их обнаруживают.

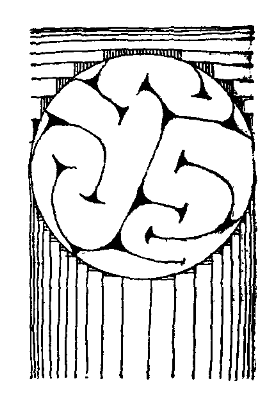
Особенно большие специалисты в эхолокации киты и тюлени полярных областей, которым большую часть года приходится доставать рыбу из-подо льда, покрытого к тому же толстым снежным покровом. В долгие полярные ночи ничто, даже северные сияния, не освещает подводное царство. Естественно, приходится прибегать к помощи ушей.

Локацией пользуются лесные мыши, землеройки и многие другие животные, но мы этих звуков не слышим.

Кому приходилось наблюдать летучих мышей в неволе, вероятно, замечал, что в спокойном состоянии мышь никогда сразу не полетит. Прежде чем оторваться от опоры, она, сложив губы в небольшую трубочку, опишет мордочкой в воздухе несколько кругов, с каждым разом все больше увеличивая их радиус.

Многие летучие мыши лоцирующий импульс отправляют не ртом, а через ноздри. Натуралисты даже и не догадывались, что мыши умеют издавать какие-нибудь звуки. Если бы мы обладали хотя бы такими же ушами, какие имеют собаки, мы могли бы кое-что слышать. Ведь вампирам, нападающим на людей, лошадей и других сельскохозяйственных животных, редко удается полакомиться собачьей кровью. Видимо, лоцирующие импульсы вампира будят собак, и они не дают себя в обиду.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ХОЛОДИЛЬНИК



СТРАННАЯ ЖЕЛЕЗА

Когда читаешь труды ученых древности, всегда поражаешься, как много научных открытий было сделано с помощью простых наблюдений и последующих догадок. Еще две тысячи лет назад знания ученых и врачей о работе большинства органов человеческого тела были достаточно глубокими. Однако о настоящей функции мозга они даже не подозревали. Смешно сказать, но величайший греческий ученый Аристотель, живший в четвертом веке до нашей эры, считал мозг всего лишь большой железой, предназначенной для охлаждения крови. Теперь мы точно знаем, что это вовсе не холодильник, знаем, для чего нужна так называемая «железа», но зато как она работает, еще во многом остается тайной.

Прежде чем стать человеческим мозгом, нервная система проделала длинный путь развития. Начался он в первозданном океане, когда отдельные разрозненные биомолекулы слиплись, наконец, в комочки живого вещества. Эти первичные живые частички и за ними более сложные одноклеточные организмы, которые впоследствии стали селиться большими колониями, обладали двумя основными свойствами — раздражимостью и проводимостью, то есть способностью передавать возбуждение на соседние клетки.

Позже у многоклеточных животных начало намечаться разделение функций. У кишечнополостных впервые возникли особые образования — нервные

клетки, раздражимость и проводимость которых достигла высокой степени развития. Их функцией становится более тонкое восприятие воздействий внешней среды и передача раздражения на те клетки или органы, которые способны ответить полезной для организма реакцией.

Нервные клетки примитивных кишечнополостных, соединяясь друг с другом своими отростками, образуют нервную сеть. Это самая примитивная нервная система. Дальнейшим усовершенствованием было появление отдельных сгущений нервных клеток и затем превращение их в более организованные, более компактные нервные тяжи. Они возникали в тех местах, где требовалась согласованная работа большого количества сократимых элементов. Такие сгущения образуют нервные кольца, проходящие по краю купола медузы. Благодаря им сжимается и расслабляется сразу весь купол, что позволяет медузе активно передвигаться в толще воды.

У плоских червей, потомков кишечнополостных животных, все нервные клетки собраны в тяжи, которые оплетают тело, создавая замысловатые узоры. Многочисленные перемычки между тяжами и непосредственные пересечения самих тяжей обеспечивают возможность совместного функционирования всей нервной системы. Безусловно, диффузная сеть нервных тяжей стала шагом вперед по сравнению с сетью беспорядочно разбросанных нервных клеток. Однако эта стволовая нервная система, призванная руководить работой отдельных частей и органов животного, оказалась очень громоздкой и сложно устроенной и сама нуждалась в органе, который направлял бы ее работу.

Такой центральный орган появился впервые у высших представителей плоских червей. В некоторых местах пересечения нервных стволов количество нервных клеток увеличилось — образовывались ганглии, которые не только взяли на себя наиболее сложные функции, но и оказывают влияние на работу остальных частей нервной системы. Ганглии в первую очередь возникают вблизи органов чувств: глаз и орга-

на равновесия, а также около глотки, с помощью которой плоские черви хватают, удерживают и проталкивают в кишечник свою добычу.

Ганглионарный тип нервной системы оказался очень удобным. У кольчатых червей, которые, по-видимому, произошли от плоских, все нервные клетки собраны в ганглии, а в нервных стволах, их соединяющих, проходят лишь длинные отростки этих клеток. Обычно в каждом членике червя есть пара ганглиев, связанных между собой перемычкой. Кроме того, каждый ганглий соединен нервными стволами с соответствующими ганглиями предыдущего и последующего членика. В таком виде нервная система очень напоминает лестницу. Передние пары ганглиев самые крупные. Они выполняют наиболее сложную работу и держат в подчинении всю остальную нервную цепочку.

У высших червей ганглии сближаются между собой, составляя единое компактное образование. Такая нервная система отчасти напоминает нервную систему современных позвоночных животных.

Каким был мозг у первых позвоночных, мы не знаем. У ланцетника, одного из самых примитивных представителей хордовых, есть только нервная трубка, головного мозга у него еще нет. С этим отделом мозга можно познакомиться у круглоротых (миноги и миксины) и у рыб.

Уже у этих еще очень примитивных животных головной мозг имеет все основные отделы, на которые подразделяется и мозг человека. Отделы одни и те же, но строение их и, главное, функция, конечно, существенно различаются. Передний мозг, основной организатор психической деятельности человека, у рыб и миног занят только анализом обонятельных раздражений. У амфибии его функции несколько усложнились.

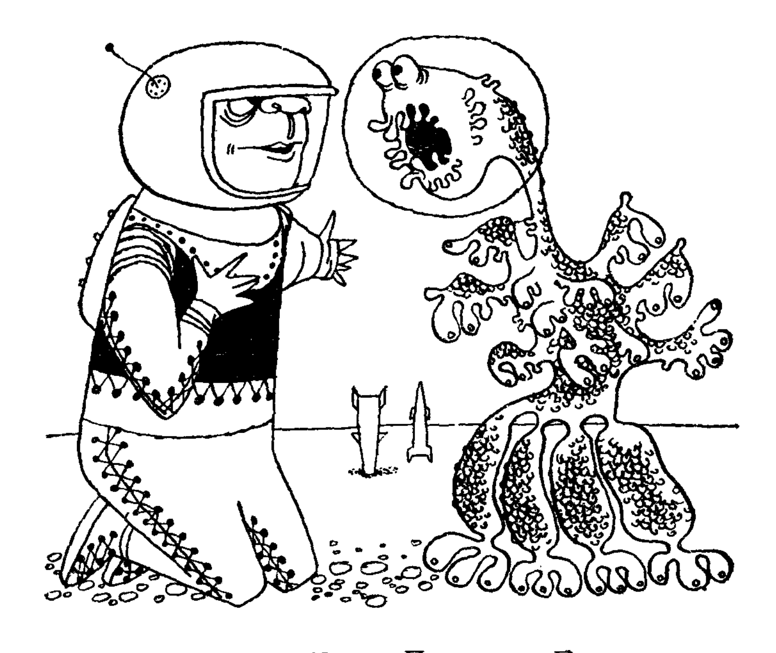
Покинув воду, амфибии столкнулись со многими трудностями. В частности, очень сильно пострадало обоняние. Рыбы воспринимают запахи растворенных в воде веществ. Амфибии же, выйдя на сушу, чтобы уловить какой-то запах, должны были сначала растворить пахучие вещества в каких-нибудь жидкостях

носа и только затем уже «нюхать». Их обонятельные рецепторы не сумели сразу приспособиться к новым условиям работы, и передний мозг, не получая никакой информации, оказался как бы не у дел. Видимо, поэтому он взялся за другую работу, не сидеть же без дела! Передний мозг амфибий стал принимать участие в анализе зрительных, слуховых, а возможно, и многих других раздражителей. Впервые возник отдел мозга, куда потекла вся информация.

Особенно быстро прогрессировал мозг млекопитающих. Прежде всего появились отдельные, правда, еще плохо очерченные зоны, каждая из которых брала на себя функцию по анализу только одного какого-нибудь вида раздражителей: зрительных, звуковых, обонятельных, кожной чувствительности. У более развитых млекопитающих между анализаторными зонами возникли крохотные островки особой, так называемой ассоциативной коры. По мере развития мозга эти зоны росли и развивались. У обезьян и человека они занимают значительную часть поверхности полушарий большого мозга. Нетрудно догадаться, что именно они и выполняют наиболее сложные, чисто человеческие психические функции.

РАБОТА МОЗГОВЫХ ИЗВИЛИН

Человеческий мозг — самое удивительное из созданного природой на нашей планете. Перед его необозримой сложностью наука пасовала вплоть до XX века. Первые серьезные достижения в изучении работы мозга принадлежат великому русскому ученому Ивану Петровичу Павлову и его многочисленным ученикам. Успех объясняется тем, что с самого начала изучалось явление, которое, с одной стороны, можно было рассматривать как простой физиологический акт и, таким образом, исследовать с помощью привычных физиологических методов, а с другой стороны, оно же было и психическим явлением. Причем, как это выяснилось в дальнейшем, оно и есть тот элементарный психический акт, тот «кирпичик», из кото-



рых, по выражению Ивана Петровича Павлова, строится все грандиозное здание мыслительной деятельности. Это явление было названо условным рефлексом.

Нельзя сказать, что учение об условнорефлекторной деятельности мозга сразу получило всеобщее признание. Ученые старшего поколения еще помнят время, когда мало кто верил в возможность разобраться в чрезвычайно сложной работе человеческого мозга. С тех пор положение изменилось. Теперь уже трудно встретить такого неверующего, однако до сих пор у многих вызывает недоверие то, что в основе мыслительной деятельности лежат всего лишь системы условных рефлексов (или временных связей), то есть чрезвычайно простые реакции организма.

Безусловно, мозг наш обладает многими еще не познанными пока механизмами, обеспечивающими мыслительную деятельность, но стержень ее — это все-таки системы и иерархии условных рефлексов.

Любой клетке тела, тем более одноклеточным организмам, в какой-то мере свойственно сохранять следы прежних раздражений и изменять свои реакции в соответствии с предшествующими воздействиями, то есть вырабатывать временные связи. Эта функция более ярко выражена у нервных клеток и с их появлением становится прерогативой нервного аппарата.

Временные связи образуются при совпадении во времени двух событий, важного для организма и неважного. Если перед тем как получить еду, собака всякий раз слышит бренчание миски, то у нее очень скоро выработается условный рефлекс, и эти звуки начнут вызывать слюнотечение и другие реакции, которые раньше могла дать только пища.

Условные рефлексы — это набор элементарных знаний об окружающей действительности. В условных рефлексах получают отражение основные закономерности, характерные для среды, где находится животное. Когда после нескольких повторений бренчания миски и кормления у животного выработался условный рефлекс, это значит, что оно «заметило» взаимосвязь обоих явлений, и теперь условный раздражитель (бренчание миски) становится как бы сигналом второго раздражителя и поэтому может вызывать все те реакции организма, которые раньше вызывала сама пища.

Сигнальная деятельность (образование временных связей) — явление всеобщее, свойственное всем животным нашей планеты. Мало того, можно думать, что этот принцип имеет еще более универсальный характер, одинаково приложимый к любым организмам, и мы встретимся с временными связями у любых животных с любой планеты из любой звездной системы. Есть все основания предполагать, что образование временных связей относится к самым основным, самым всеобщим законам природы, что оно одинаково присуще любым формам высокоорганизованной материи. Безусловно, свойства временных связей могут при этом варьировать.

Животные нашей планеты обладают одним удиви-

тельным приспособлением, которое помогает изучать окружающий мир, накапливать всю жизнь новые и новые знания. Это приспособление отчасти связано с работой органов чувств. Они устроены таким образом, что быстро «привыкают» к длительно действующим раздражителям и перестают на них реагировать, зато на все новое отзываются очень живо.

С этим явлением, вероятно, каждый знаком. Войдя с улицы в помещение, мы можем почувствовать довольно резкий и даже неприятный запах, но через несколько минут он перестает нас беспокоить. Наш нос привыкает и перестает посылать мозгу соответствующую информацию. Однако стоит нам ненадолго покинуть помещение и потом вернуться, как все начнется сначала.

Благодаря этой особенности работы органов чувств мозг всегда получает информацию о всех новых событиях в окружающей среде. Каждый новый раздражитель вызывает к тому же ориентировочный рефлекс, что помогает организму подготовиться к любым неожиданностям. Если же вслед за новым раздражителем, не имеющим для животного существенного значения, последуют важные события, образуется условный рефлекс, новый раздражитель становится сигналом наступления более значительного события.

Безусловно, образованием простых временных связей не исчерпывается работа головного мозга человека. В пищевых, оборонительных, половых и других условных рефлексах низших животных получают отражение лишь важнейшие для организма закономерности окружающей среды. На определенном этапе развития животного мира, отчасти уже у рептилий, а главным образом у птиц и млекопитающих, возникла способность к образованию временных связей при действии любых раздражителей, даже и не имеющих для животных непосредственного значения. Это сильно расширило границы познавательной деятельности мозга, ведь в таких временных связях могут получить отражение любые закономерности окружающего мира.

Действительно, путем появления многочисленных временных связей между отдельными раздражителя-

ми или их комплексами создаются у нас образы окружающего мира. Именно эти обычно ничем во внешних реакциях не проявляющиеся системы временных связей и стали основным фондом мыслительной деятельности человека. Любой раздражитель, входящий в такие комплексы, способен оживить длинные цепи взаимосвязанных временных связей.

Способность к образованию временных связей у нас общая с животными. В этом отношении мы отличаемся от них скорее количественно, чем качественно. Людьми нас сделала речь. Для животных сигнальными могут быть только непосредственные раздражители: обонятельные, вкусовые, термические, звуковые, зрительные. Для человека же, кроме этих раздражителей, как бы заменяя их или становясь их сигналами (поэтому-то ученые и называют речь второй сигнальной системой), служат соответствующие слова нашей речи, в каком бы виде они нами ни воспринимались: на слух, зрительно (письменная речь), осязательно (азбука для слепых), а при внутренней речи и кинестетически (ощущения, возникающие в мышцах языка и глотки, когда мы говорим).

Речь дает человеку два существенных преимущества. Во-первых, она позволяет качественно новым образом перерабатывать получаемую информацию. В простом условном рефлексе уже заключена высокая степень обобщения и в то же время отвлечения от действительности. Ведь когда на бренчание миски у собаки вырабатывается пищевой условный рефлекс, это значит, что звук как бы обобщается с пищей. В то же время есть явное отвлечение от действительности. Ведь звук, хотя и приобрел способность вызывать пищевую реакцию, пищей от этого не стал.

Раздражители второй сигнальной системы — слова обеспечивают гораздо более высокую степень обобщения и отвлечения, чем раздражители первой сигнальной системы. Появление речи создало условия, позволившие человеку взамен образов и комплексов раздражителей оперировать понятиями, что значительно упростило и расширило возможности познавательного процесса.

Во-вторых, речь у человека участвует в образовании временных связей. Мало того, с помощью второй сигнальной системы происходит образование громадного большинства временных связей человека, причем уже без участия обычных раздражителей. Человеку нет необходимости, как животным, каждый раз самому знакомиться с тем или иным явлением. Временные связи беспрерывно образуются у нас с помощью речи. Это создало условия для передачи знаний от одного человека к другому и очень сокращает время, необходимое для познания основных закономерностей окружающего мира. Изобретение письма еще более упростило этот процесс, сделав необязательным личный контакт людей и позволив длительно хранить накопленные знания и передавать знания не только от одного человека к другому, но и от одного поколения людей к другому.

ОПОЗДАНИЕ СМЕРТИ ПОДОБНО

Около 30 веков назад на полуострове Пелопоннес, самой южной части теперешней Греции, существовало могущественное и воинственное государство Спарта. Во главе его, как и многих других государств той эпохи, стоял царь. Случилось так, что однажды трон Спарты унаследовал несовершеннолетний юноша Харилай. По вполне понятной причине Харилай особой властью не пользовался, страной управлял его дядя и опекун Ликург. На столь высоком посту Ликург нажил себе немало врагов и впоследствии вынужден был покинуть Спарту.

Годы изгнания не пропали впустую, у него было время многое повидать и о многом подумать. Ликург объездил Малую Азию и Египет, посетил Крит и, вернувшись на родину, привез проект новых законов страны. По этим законам царская власть в Спарте должна была переходить по наследству, причем править страной полагалось двум царям сразу, в помощь которым придавался совет старейшин из 28 геронтов. Кроме того, наиболее важные вопросы должны

были обсуждаться на народных собраниях, где правом голоса пользовался каждый гражданин, достигший 30 лет. Законы Ликурга предполагали равенство имущества для всех граждан страны и много других демократических нововведений.

Легенда рассказывает, что Ликург заставил спартанцев поклясться, что они ни в чем не изменят законы в его отсутствие, и пустился в новое путешествие, во время которого сознательно уморил себя голодом, велев сжечь собственный труп, а пепел развеять в море: иначе спартанцы, перенеся его останки в Спарту, могли бы считать себя свободными от торжественно данной клятвы.

Безусловно, большинство законов Ликурга является образцом человеческой мудрости. Для нас наиболее существенно то, что они обращали особое внимание на физическое развитие людей, в силу чего ими строго, до мельчайших подробностей, регулировался образ жизни граждан Спарты. Ликурговы законы ограничивали частную собственность, обязывали жителей страны вести здоровый и умеренный образ жизни. Спартанцы должны были до самой смерти оставаться военнообязанными, принимая активное участие во всех войнах своего государства, не имели права уделять значительного внимания своему быту, обедать могли только в сиситиях — общественных столовых и до 7 лет воспитывать своих детей в государственных школах под руководством опытных воспитателей. Как известно, суровость спартанского воспитания вошла в поговорку.

Вероятно, Ликург смог не только создать и обосновать теорию воспитания, но и умело пропагандировал свои идеи. Легенды рассказывают, что однажды он отобрал у ощенившейся собаки двух щенков и посадил их в глубокую яму, куда никто из людей не входил, а воду и пищу опускали вниз на веревке. Двух других щенков от той же собаки Ликург оставил расти на свободе, где они могли общаться с людьми и другими животными. Когда щенята выросли, он в присутствии большого скопления народа проделал интересный опыт, выпустив на виду этих собак

зайца. Как и ожидал Ликург, щенок, выросший на свободе, погнался за зайцем, догнал его и задавил. Второй щенок, выращенный в яме, повел себя совсем иначе. Вместо того чтобы помочь брату, он сам кинулся наутек от зайца. Можно ли еще ярче продемонстрировать значение воспитания в формировании характера? Если легенда правдива, Ликурга следует считать основоположником экспериментальной педагогики.

Нельзя сказать, что у Ликурга не было последователей. Ученые и педагоги давно уже обратили внимание на важность первых лет жизни ребенка для формирования личности будущего человека. Есть сторонники у Ликурга и в наши дни, но ни одно современное государство не рискнуло узаконить принудительное воспитание малолетних детей, а жаль.

Кто из родителей не любит своего дитяти, не оберегает его от жизненных трудностей, опасностей и невзгод, от всяческих болезней и усталости! Да и можно ли поступать иначе? Любовь к ребенку — такое естественное, такое понятное чувство, что иначе вести себя мы просто не можем. Плохо только, что большинство при этом нередко перебарщивают и тем наносят непоправимый вред самому дорогому для нас существу.

Опыты показали, что молодые крысы, которые в первые дни после рождения подвергались механическим и электрическим раздражениям или периодическому охлаждению, во взрослом состоянии лучше переносят голодание, недостаток воды и холод. Воздействуя на организм детенышей сельскохозяйственных животных, удается изменить ряд функций организма. В практике широко используется помещение новорожденных телят, ягнят или козлят в среду с низкой температурой, что приводит к формированию стойкого типа терморегуляции и большой устойчивости к холоду у взрослых животных.

Честное слово, нечто похожее не помешало бы и нашим детям. Но мы не только не закаливаем их, а порой мешаем им учиться, не давая возможности самостоятельно преодолевать даже самые крохотные

житейские трудности. Обычно ребенка от всего оберегают, считая, что всему он сможет научиться потом, в «свое время», когда подрастет и поумнеет. А это воистину страшно. Хочется крикнуть: «Люди добрые, бабушки и дедушки, родители, что вы делаете с вашими детьми? Зачем вы мешаете им нормально развиваться?»

Беспокойство не случайно. Дело в том, что для образования каждого навыка есть свое, совершенно определенное время, когда он легче всего вырабатывается, и нередко бывает так, что в иные периоды этот навык образовать уже совершенно невозможно.

Родителям и воспитателям следовало бы помнить строчки из четверостишия Омара Хайяма:

Ловите каждое летящее мгновенье,
Его не подстеречь уж никогда потом!

Правда, следует сказать, что о развитии детей известно пока очень мало, зато о животных материала накоплено достаточно много. Все новорожденные детеныши, и у низших и у высших животных, в одинаковой мере снабжены очень точной и детально разработанной программой поведения. Без нее они просто не могли бы существовать. Детеныши всех млекопитающих умеют сосать, птенцы выводковых птиц — широко открывать рот, чтобы родители могли их накормить. Утята, гусята, цыплята, детеныши многих копытных животных с самого рождения умеют следовать за своими матерями. Все малыши в случае опасности умеют затаиваться.

Все эти сложные поведенческие акты возникают не сами по себе, их вызывают вполне определенные раздражители. У детенышей всех кошек (у львенка, тигренка, котенка) и у малышей псовых (щенят, волчат, лисят) сосание вызывается прикосновением к мордочке шерсти. Затемнение у детенышей копытных вызывает подъем головы и сосание. В естественных условиях это происходит всякий раз, когда мать оказывается над своим малышом. Затемнение входа в гнездо или его легкое сотрясение вызывает пищевую

реакцию у птенцов. Тревожный крик родителей — и малыши затаиваются.

Природа разработала детальные программы поведения для каждого вида животных, но сознательно оставила в них многочисленные пробелы. В программе поведения детеныша архара заложено умение следовать за движущимся предметом, но в ней отсутствуют указаиия, за кем ему нужно бегать. Это не случайно. Будь программа строго фиксирована во всех деталях, дальнейшая эволюция животных оказалась бы невозможной.

Представьте себе, что у архаров произошли бы удачные мутации, приведшие к изменению общей окраски или отдельных ее деталей, длины шерсти или величины животного. Эти новые качества не имели бы никакого шанса наследоваться, если бы новорожденный архаренок был заранее снабжен портретом своей матери. Такую видоизмененную мать он просто бы не узнал, не стал бы за ней следовать, а значит, потерял бы, отстал и погиб. Следовательно, полезный признак не был бы передан по наследству. Вот чтобы этого не произошло, архаренку и приходится самому учиться узнавать мать. Безусловно, подобные умения должны возникать быстро. В этом случае промедление смерти подобно. И действительно, такие умения возникают, так сказать, с первого взгляда и длятся долго, иногда всю жизнь.

Такой способ обучения ученые называют импринтингом, или запечатлением. Оно происходит в строго определенное время. Только что вылупившийся из яйца утенок признает своей матерью первый увиденный им движущийся предмет и последует за ним независимо от того, будет ли это утка, футбольный мяч, щенок или заводная игрушка. Если ему приходится следовать за движущимся предметом в первые 5—6 часов после выхода из яйца, у него появится заметная привязанность к родной или приемной матери, но она не будет очень прочна. Самое прочное запечатление возникает между 13 и 17 часами. Зато в более зрелом возрасте, у 30-часового утенка, запечат-

ление уже невозможно, и он даже при живых родителях на всю жизнь останется сиротой.

Следование — очень сложная реакция. Детеныш не просто должен бегать за своими родителями, а обязан сопровождать их на вполне определенном расстоянии, чтобы видеть свою мать под нужным углом. Поэтому, если приемной матерью гусенка станет предмет значительно больше гусыни, малыш будет следовать за ним на значительном расстоянии, зато за крохотной родительницей он будет бежать почти вплотную.

В этом отношении очень демонстративен опыт, который провел австрийский зоолог Конрад Лоренц. Он сам стал матерью для гусят. Пока Лоренц разгуливал по саду, малыши следовали за ним на почтительном расстоянии, но стоило ему войти в пруд и начать постепенно погружаться в воду, как гусята приближались к нему, а когда над водой оставалась одна голова, старались забраться на нее.

Примеров, когда упущенное для обучения наиболее благоприятное время калечит всю последующую жизнь животного, можно привести немало. Если ягненок в раннем детстве остался сиротой, то, возмужав, он не сможет присоединиться к стаду, окажется не в состоянии подчиниться его законам, не будет вступать в контакты с себе подобными и никогда не обзаведется семьей, то есть станет бесполезным животным. Австралийские овцеводы хорошо знают об этой особенности и осиротевших ягнят безжалостно убивают.

Другой не менее впечатляющий пример — собака, первое животное, которое приучил человек, самый бескорыстный, самый преданный наш друг. Об этом, видимо, двух мнений быть не может. Недаром М. Горький пишет:

Мы знаем — нередко собака
Любимого друга честней...

Может, вы думаете, что дружба родилась в процессе тысячелетий общения с людьми? Ничуть не бывало. Своей дружбе с собакой мы в значительной ме-

ре обязаны все тому же феномену запечатления. Если щенок вырастет без звукового, зрительного и обонятельного общения с человеком, из него впоследствии может вырасти в лучшем случае лишь хорошо прирученный волк. По-настоящему доверять человеку такая собака уже никогда не будет и нашим другом не станет.

Собака сыграла очень важную роль в становлении человека, которую трудно переоценить, став первым помощником людей. Не будь у собаки этого удивительного свойства, позволяющего ей в раннем детстве устанавливать контакт с себе подобными и животными других видов, трудно представить, на какой срок задержалось бы развитие человеческого общества. Ведь, по меткому выражению известного русского зоолога Модеста Богданова, именно собака вывела человека в люди.

Многие навыки у животных вырабатываются еще более сложным путем и поэтому нередко кажутся нам врожденными. Птицу никто не учит строить гнездо, однако, если птенцов вырастить в клетке с гладкими, хорошо выструганными жердочками, они не смогут потом стать хорошими строителями. Иное дело, если жердочки в клетке будут заменены шероховатыми кривыми сучками и срезанными ветвями деревьев. Прыгая целый день по ним, птицы будут совершенствовать тонкие, хорошо координированные движения ног, что им впоследствии очень поможет при постройке гнезда.

Аналогичные явления происходят при обучении птиц пению. Уменье петь — врожденная реакция, однако, чтобы научиться петь хорошо, птица должна хоть раз слышать голос своих сородичей. Без этого настоящей песни, свойственной ее виду, у птицы, выращенной в одиночку, не разовьется. Заучивание песни, вероятно, тоже является запечатлением.

Некоторые рыбы выводятся из икры, отложенной в пресных водоемах, в реках и соединяющихся с ними озерах, и здесь же проводят свое детство. Став подростками, они спускаются к морю, покидая родные реки, и уплывают иногда за тысячи километров

от родных берегов, где нередко проводят долгие годы, чтобы, возмужав, вновь вернуться к родным берегам. Как находят они дорогу в океане, вопрос особый, мало изученный и к данной главе непосредственного отношения не имеющий. Ученым известно только, как узнают рыбы свою родную реку, почему, поднимаясь по ней, они уверенно сворачивают в тот приток, где провели детство, а затем и в ручеек, где некогда вывелись из икры. Оказывается, у каждой реки свой запах. Он, видимо, зависит от растений и животных, в ней обитающих. Из сочетания этих компонентов создается неповторимый букет, характерный только для данной речки. Рыбы могут хранить о нем память годами. Это один из ярких примеров запечатления.

В жизни наших детей тоже есть периоды, в течение которых легче всего вырабатываются важнейшие человеческие навыки. У ученых есть подозрение, что с явлениями импринтинга связаны мозговые механизмы реакции улыбки у грудных детей.

Обучение детей речи возможно только в первые 6 лет жизни. Об этом, видимо, знали еще в древности. Во всяком случае, Геродот рассказывает, что египетский фараон, основатель 26-й династии Псамметих, живший 25 веков назад, решил узнать, какой народ древнее. С этой целью он распорядился отдать на воспитание пастуху двух новорожденных мальчиков простого звания. Пастуху было самым строжайшим образом запрещено говорить в присутствии детей и не допускать к ним посторонних. Дети должны были жить в уединенной хижине, предоставленные самим себе, и только пастух в сопровождении своих коз имел право в строго определенные часы навещать их, чтобы покормить молоком и сделать все прочее, что им понадобится. Весь этот жестокий эксперимент был поставлен Псамметихом, чтобы узнать, на каком языке скажут дети первое слово. Это должно было означать, что данный народ самый древний.

Двадцать веков спустя аналогичный эксперимент, только в более широких масштабах, поставил правитель Индии Джелал-уд-Дин Акбар. У него возник

спор со своими придворными о том, на каком языке говорили «первые люди», и он поступил так же, как Псамметих, велев отобрать у матерей 12 только что родившихся детей и поместить их в изолированную башню. Чтобы малютки не погибли, Акбар распорядился приставить к ним немых мамок-кормилиц. В течение 12 лет дети не должны были слышать ни одного слова.

В конце этого периода Акбар решил устроить детям публичное испытание. Для этого в качестве экспертов к нему были приглашены люди, владеющие самыми различными языками: евреи, персы, индусы, арабы, халдеи и многие другие. Однако задуманного результата получить не удалось, дети не умели говорить ни на одном из существующих языков и могли издавать лишь нечленораздельные звуки, а между собой объяснялись с помощью телодвижений.

Трудно судить, лежат ли в основе рассказанной выше легенды реально происходившие события. Результаты бессердечного эксперимента позволяют предположить, что он действительно проводился. Как бы там ни было, во всех случаях, известных в настоящее время ученым, дети, выросшие без контакта со взрослыми, лишенные в первые годы жизни возможности речевого общения, говорить ни на каком языке не могли. Отсутствие речи у так называемых «тюремных» детей, выросших в условиях строгой изоляции, конечно, ни у кого не вызвало удивления. Уже давным-давно известно, что дети учатся языку у нас, взрослых. Поразительно другое, такие дети и в дальнейшем были не способны овладеть человеческой речью, оставаясь до глубокой старости людьми неполноценными.

Теперь уже точно выяснено, что для развития речи нужны первые 6 лет. Потеря их невосполнима. Если человек в детстве овладел одним языком, он позже может освоить второй и третий, а иногда и несколько десятков языков. Если же важнейшие для развития языка годы оказались потерянными, то дело непоправимо, усилия опытнейших педагогов дадут лишь жалкие результаты.

Талейрану принадлежит получивший широкую известность афоризм, что «язык дан человеку для того, чтобы скрывать свои мысли». Эта шутка, безусловно, содержит известную долю истины, однако в действительности потребность обмениваться мыслями у человека врожденная. Вспомните эксперимент Акбара: дети, прожившие 12 лет в башне, объяснялись между собой с помощью жестов. В этом еще одно доказательство, что в основе легенды лежит вполне реальный факт. Во всяком случае, когда без речевого контакта росли вместе двое или больше детей, они всегда вырабатывали свой собственный индивидуальный язык, который, конечно, не имел ничего общего ни с родным, ни с каким-нибудь еще языком. Обычно это был язык жестов и примитивных звуков.

В одном из наиболее подробно изученных случаев самодельный язык детей состоял из 21 коренного жеста, с помощью комбинаций и видоизменения которых дети могли передавать друг другу практически любую информацию, доступную их возрасту. Интересно, что дети, выработавшие собственный язык жестов, почти не поддаются обучению звуковому языку, пока их не разъединят, то есть пока не лишат возможности общаться между собой привычным для них способом.

Особая важность первых лет жизни ребенка объясняется тем, что в этот период мозг еще продолжает расти. Именно в это время окончательно складываются взаимоотношения между его клетками, и мозг в силу этого обладает наибольшей пластичностью.

Ребенок, общаясь со взрослыми, легко и непринужденно овладевает родным языком. Если в среде, где он растет, говорят на нескольких языках, он овладевает и ими. Если такой возможности ребенок не имел, то ему в школе, а затем и в институте приходится затрачивать годы упорного труда, в результате которого юноша, как правило, так и не овладевает устной речью на иностранном языке.

В настоящее время педагоги хорошо понимают, что с возрастом способность к иностранным языкам быстро и неуклонно падает. Между тем по давно сло-

жившейся традиции изучение языка в школе начинается только с пятого класса.

Перенос обучения иностранному языку в детские сады и ясли еще даже не ставится в повестку дня. Между тем насыщенность школьных программ настоятельно требует разгрузки. Именно обучение иностранным языкам легче всего перенести на дошкольные годы. Можно надеяться, что наша страна, имеющая самую разветвленную сеть дошкольных учреждений, станет первым государством, в котором иностранным языкам будут обучать в наиболее благоприятные для этого годы.

КОГДА У НАС В ГОЛОВЕ ФРАНЦУЗЫ

Елизавета Сергеевна Драчинская была не только интереснейшей женщиной, искусным хирургом, но и блестящим лектором. Страстная наездница, до самозабвения любящая конный спорт, она была такой же страстной почитательницей и знатоком литературы и искусства. Широкая эрудиция Елизаветы Сергеевны во всех областях знаний делала ее лекции чрезвычайно интересными. Не удивительно, что послушать ее приходили не только студенты всех курсов, но даже преподаватели и врачи.

Драчинская особенно хорошо была знакома с культурными достижениями Франции и искренне симпатизировала талантливому народу этой великой страны. В своих лекциях она никогда не забывала упомянуть о достижениях ее крупнейших ученых, да и не одних ученых. Кого только не вспоминала на своих лекциях Елизавета Сергеевна! Обсуждая, к примеру, вопросы асептики, она, естественно, останавливалась на работах Луи Пастера и его института, дальше логика раскрытия темы приводила ее в Сорбонну, и тут неожиданный поворот мысли заставлял говорить о Жан-Поле Сартре или о Луи Арагоне, находя удивительные связи между наукой и искусством.

Как зачарованная внимала аудитория этим лири-

ческим отступлениям. Ни лектор, ни слушатели не замечали, как бежало время, и, только когда раздавался звонок, означавший конец занятий, Елизавета Сергеевна, споткнувшись на полуслове, чуть смущенно сокрушалась: «У меня все в голове французы!»

Явление это, заставляющее нашу мысль вновь и вновь возвращаться к одной и той же теме, в физиологии называется доминантой. Сущность ее, если говорить очень упрощенно, состоит в том, что в мозгу под влиянием тех или иных причин возникает очаг повышенной возбудимости, который как бы притягивает к себе все вспышки возбуждения, возникающие в других районах мозга, и тем самым усиливает свою активность.

С доминантой каждый человек, безусловно, встречался не раз. Когда мы заняты очень интересной и важной для нас работой, готовимся к экзаменам или отрабатываем роль для новой театральной постановки, нам нередко бывает очень трудно, а подчас и вовсе невозможно переключиться на что-нибудь другое. Эта очень важная особенность мозговой деятельности позволяет нам на каждом этапе жизни сосредоточивать все силы на выполнении главной задачи этого периода.

Поводы для возникновения у человека доминантных состояний могут быть и совершенно ничтожные и поистине великие. К числу последних относятся патриотические чувства по отношению к своей родине, увлеченность работой, любовь к женщине, инстинкт материнства. Вызывая доминантные состояния, они помогают в полную силу раскрыться нашему таланту, преодолевать любые препятствия. Это любовь к своему народу, создавая соответствующую доминанту, помогала революционерам не падать духом ни в тюрьмах, ни на каторге и при первой же возможности вновь включаться в борьбу с царизмом. Аналогичное доминантное состояние помогало бойцам на фронте преодолевать чувство страха, стойко переносить мороз и жару, голод и жажду, бороться со смертельной усталостью, отдавая все силы на защиту Родины.

Конечно, не всегда доминантное состояние бывает полезным. Если причина, вызвавшая ее, незначительна, то доминантный очаг, ориентируя всю деятельность мозга на себя, мешает человеку выполнять более важные задачи.

Доминантное состояние делает восприятие человека очень односторонним. Нередко можно наблюдать, как молодая мать, где бы она ни находилась, в гостях за праздничным столом, в театре во время антракта или в аудитории, способна говорить только о своем ребенке, зато нередко она при этом делает такие неожиданные аналогии с только что увиденным и услышанным, которые никому другому и в голову бы не пришли.

Длительно существующая доминанта, сохраняющаяся на протяжении многих месяцев или лет, сильно ограничивает интересы человека, делая его развитие очень неравномерным. Для работы, которой такой человек занимается, это, может быть, и не вредно, — однако, как сказал Козьма Прутков, специалист подобен флюсу — полнота его односторонняя. Зато эрудированный человек с помощью сильного доминантного очага, подчиняющего все более слабые доминантные пункты, способен извлекать из глуби своего мозга массу полезной информации. Не удивительно, что каждая рядовая лекция таких специалистов может стать ярким, значительным событием.

Доминанта относится к числу основных закономерностей в деятельности мозга. Ее возникновение можно наблюдать даже у очень примитивных животных, однако причины, ее вызывающие, здесь гораздо проще. Это голод и жажда, инстинкт самосохранения и размножения. Причем в соответствии с потребностями организма сила доминанты может меняться в ту или другую сторону. Сильный очаг доминантного возбуждения способен подавить или подчинить себе все более мелкие.

Голодная собака при каждом движении хозяина бросается к миске, из которой ее обычно кормят. У нее пищевая доминанта. Однако эта же собака, помещенная в новую, незнакомую обстановку, по-

дожмет хвост и забудет о голоде. Теперь при любом звуке, при любом новом запахе и тому подобном она станет рычать или скалить зубы. Наконец, когда два раза в году в организм самки из органов внутренней секреции мощным потоком хлынут половые гормоны, подготовляя организм к воспроизведению потомства, собака забудет и страх, и голод, и хозяина, подчинив все свое поведение задачам размножения.

Не только течение обычных мозговых процессов, но и любой болезнетворный процесс, особенно локализующийся в коре больших полушарий, способен создавать патологический очаг стойкого доминантного возбуждения. Такой очаг притягивает к себе возбуждение, возникающее в других районах мозга, а когда в силу этого его активность превысит определенный уровень, возбуждение начнет распространяться в обратном порядке, захватывая близлежащие участки. Если патологический очаг расположен в передних отделах коры, его перевозбуждение приводит к развитию эпилептического припадка.

О причинах, вызывающих развитие патологического очага возбуждения, а тем более о тех эффектах, к которым приводит его перевозбуждение, даже в отношении человеческого мозга известно не так уж много. В джунглях Новой Гвинеи свирепствует ужасная болезнь «куру», что в переводе на русский язык означает «смеющаяся смерть». Болезнь поражает только детей и женщин. Она начинается с прогрессирующего ослабления организма, позже наступает паралич, а затем и судороги мышц лица, заканчивающиеся смертью больного. На лице его застывает маска смеха. Что является причиной заболевания, в каких районах мозга локализуется патологический очаг, неизвестно.

Еще меньшими сведениями располагаем мы о работе нервной системы животных, а о самых низших из них вообще ничего не знаем. Между тем именно здесь ученых ждет немало интересного. Вот только один пример.

Наши сельскохозяйственные животные, коровы и овцы, сильно страдают от одного из неприятнейших

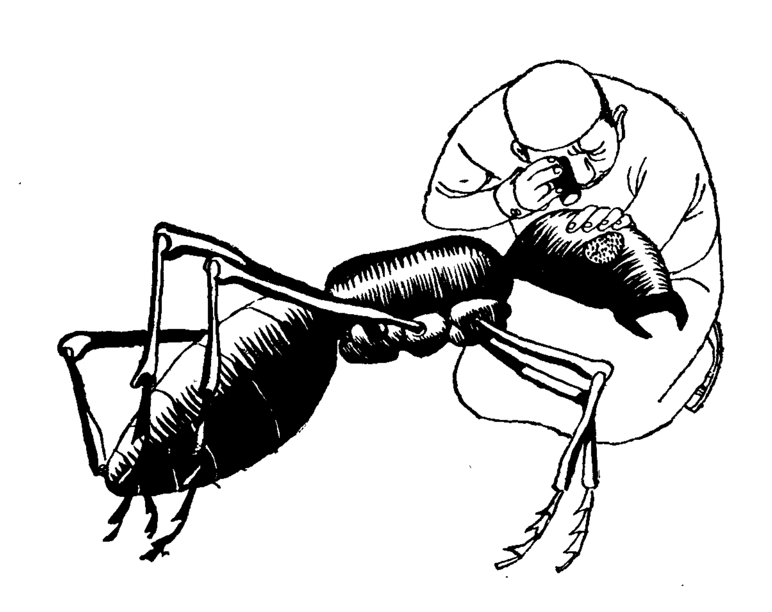
паразитов — ланцетовидной двуустки, которая опасна и для человека. Поселяется этот паразит в печени, а его личинки могут жить только в теле муравьев. Поедая на пастбищах зараженных насекомых, коровы и овцы заражаются сами. Но как это происходит, ученым долгое время оставалось непонятно. Почему такие юркие существа, как муравьи, позволяют съесть себя заживо? Интересно еще и то, что зараженных муравьев может быть ничтожно мало, скажем, один на 10 тысяч здоровых, а скот, несмотря на это, болеет часто. Сколько же корова должна съесть муравьев, чтобы среди них оказался хотя бы один опасный? Создавалось впечатление, что скот в зараженных районах питается исключительно муравьями.

Бороться с ланцетовидной двуусткой очень трудно. Даже зараженные пастбища и то не всегда удается выявить. Дело это очень кропотливое и трудоемкое. Чтобы узнать, носит ли муравей в своем теле личинок опасного паразита, его раньше приходилось вскрывать, извлекать желудок и, изготовив из него препарат, разыскивать под микроскопом черненькие точечки — следы каналов, проделанных церкариями (так называется личинка двуустки на одной из стадий развития) в стенке муравьиного желудка, когда они его покидали.

Недавно ученые заинтересовались, что делают церкарии, покинув желудок. Совершенно неожиданно оказалось, что большинство их остается в брюшной полости муравья, но хотя бы одна церкария обязательно должна проникнуть в его подглоточный ганглий, являющийся важнейшим отделом нервной системы насекомого, и здесь в передней части нервного узла, в углублении между корешками нервов, отходящих к челюстям муравья, превратиться в метацеркарию, последнюю стадию развития личинки паразита. До сих пор неясно, как они между собой договариваются, кому следует отправиться в ганглий, и как узнают, что квартира уже занята. Между тем, как вы увидите из дальнейшего, церкариям совершенно необходимо иметь своего представителя в од-

ном из верховных командных пунктов нервной системы муравья.

Ученых заинтересовала судьба зараженных муравьев, ведь появление живого существа в мозгу насекомого не могло не отразиться на его поведении. Однако долгое время ничего обнаружить не удавалось. Оказалось, что, пока температура воздуха достаточно высока, зараженных муравьев трудно отличить от нормальных. Они бегают по своим заветным дорожкам, тащат в муравейник корм, строительный материал, принимают участие во всех общественных работах. Но как только с приближением вечера температура начинает понижаться, муравьи — носители церкариев забираются на верхушки растений, вцепляются в них челюстями, да так крепко, что оторвать их бывает не легко, и в такой позе замирают до следующего утра, пока солнце не согреет землю. Вот этих-то оцепеневших муравьев и поедает скот при



утренней и вечерней пастьбе. Чем холодней погода, тем дольше стадия оцепенения и тем больше вероятность заражения скота.

Сделанное учеными открытие не только интересно, но и очень важно. Ведь, наблюдая за поведением муравьев, помещенных в холодильник, можно без всякого труда узнать, есть ли среди них больные.

По существу, в наши дни изучение болезней мозга низших животных еще не поставлено на повестку дня, однако ученые нисколько не сомневаются, что заниматься этим необходимо.

УЧЕНЫЕ ПРЕДПОЛАГАЮТ, УЧЕНЫЕ СОМНЕВАЮТСЯ

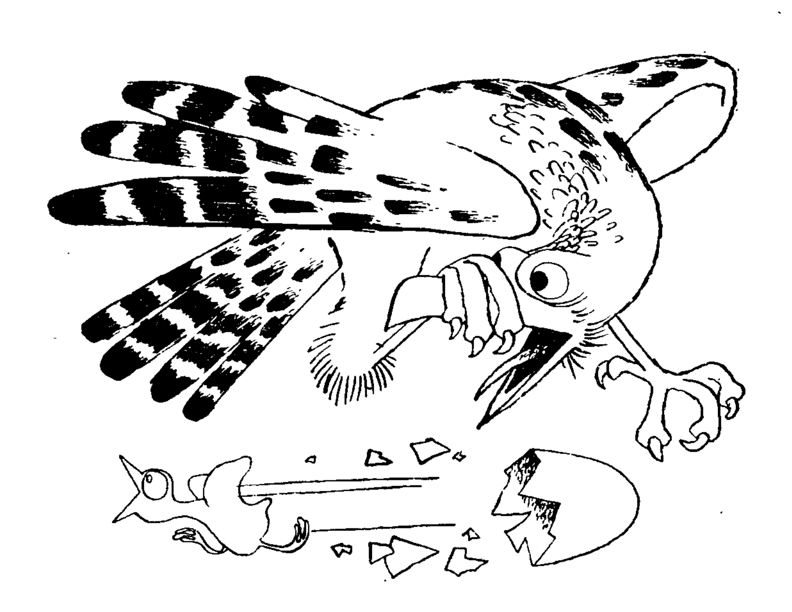
Перед современной биологией стоит величайшая задача: раскрыть тайны памяти. Над этой проблемой работают сотни ученых в различных странах мира. В настоящее время никто еще даже очень приблизительно не знает, что такое наша память, где, в каких отделах мозга, храним мы свои воспоминания, огромный багаж знаний, по крупинкам собираемый всю жизнь, а главное, как он там закодирован. Иными словами, ученым предстоит узнать, на какой бумаге, какими чернилами и используя какой алфавит фиксирует наш мозг поступающую в него информацию.

Это лишь некоторые из основных проблем памяти, а их немало. Например, не худо было бы знать, как ведется поиск, отбор и извлечение из хранилищ памяти нужной мозгу информации. Есть серьезные основания полагать, что человеческий мозг прочно фиксирует всю поступившую в него информацию, и только несовершенство механизма извлечения заставляет нас пользоваться лишь незначительной частью того, что хранится в кладовых нашего мозга.

Все существующие в настоящее время теории па-

мяти можно группировать вокруг двух основных. Первая из них — биохимическая теория памяти. Она предполагает, что информация в мозгу кодируется на молекулах РНК, то есть рибонуклеиновой кислоты, или на каких-то других макромолекулах. В пользу этой теории говорит, во-первых, то, что биохимическое кодирование позволяет фиксировать практически неограниченное количество информации. Второй, еще более веский довод, что природа уже в первые моменты зарождения жизни изобрела именно этот способ хранения информации и до сих пор пользуется им для передачи сообщений от одного поколения к другому.

Речь идет о так называемой генетической информации, то есть о наборе очень жестких правил и требований, определяющих, каким должен быть представитель данного вида организмов. Он определяет



не только внешний вид животного, особенности работы его внутренних органов, но даже поведение. Ведь муравьиному льву никто не показывает, как строить ловушки, подкарауливать и ловить добычу, паука никто не обучает плетению паутины, а бабочку-капустницу — отличать самцов своего вида от посторонних кавалеров. Все это врожденные знания, они так же прочно закреплены, как и другие свойства организма. Недаром Вагнер взамен морфологической классификации пауков (а ее нельзя считать очень удачной, так как некоторые виды очень похожи друг на друга) предложил классификацию, основывающуюся на их поведении.

Особенности поведения высших животных и даже человека отчасти определяются наследственностью. Новорожденного ребенка никто не учит сосать, это врожденная реакция организма. Подобных реакций, видимо, очень много, хотя о них еще пока мало известно.

Недавно ученым пришлось удивиться. Как оказалось, только что вылупившиеся из яйца цыплята, даже если они вывелись из яиц, отложенных курицей, которой самой никогда не приходилось встречаться с хищником, прекрасно умеют отличать хищных птиц от безобидных. Когда новорожденным цыплятам показывали движущийся силуэт летящего коршуна (маленькая втянутая в плечи головка, большие растопыренные крылья и длинное тонкое туловище и хвост), они панически пугались. Если тот же силуэт двигали в обратную сторону, то хвост превращался в голову на длинной вытянутой вперед шее, а небольшая голова в короткий хвост. Словом, птица напоминала летящую утку или гуся, и цыплята ее не боялись.

Значит, в мозгу крохотного цыпленка хранится образ хищной птицы, полученный им в наследство от родителей с помощью биохимического кода. А если полученный в наследство образ был закодирован биохимическим путем, почему образ, возникший на основе собственного опыта, не может кодироваться так же? Здесь уже неоднократно говорилось, что

природа редко отказывается от удачных находок. Почему же ей вести себя иначе в отношении памяти?

Согласно второй теории процесс запоминания состоит в создании новой организации, в образовании новых связей между нервными клетками. Хватит ли человеку на всю жизнь этих потенциальных нервных контактов? Не потому ли в старости ослабевает память (возможность запоминать новые события), что резервы нервной системы оказываются исчерпанными? У математиков по этому поводу еще нет единой точки зрения. Однако, если учесть, что к телу любой нервной клетки приходит по нескольку тысяч нервных окончаний, можно допустить, что нервные сети человеческого мозга могут обеспечить хранение нужного количества информации.

Эту теорию сильно поддерживает то обстоятельство, что сами по себе нервные клетки на протяжении эволюции животных меняются мало. Биохимические процессы, протекающие в нейронах низших животных и человека, близки. Весь прогресс главным образом связан с увеличением нервных клеток и совершенствованием организации нервной системы.

Не все, что известно сейчас о памяти, укладывается в эту теорию. Если личинку какого-нибудь насекомого, например мучного хрущика, научить, двигаясь по лабиринту, всегда поворачивать направо, то и взрослое насекомое — жук сохранит этот навык. Значит, память у него не нарушилась. Между тем, когда личинка окукливается и начинается структурная реорганизация ее тела, у куколки разрушаются не только все нервные связи, но даже 90 процентов самих нервных клеток. Как при этом сохраняется память, остается только гадать.

Какая из двух теорий правильна, сейчас еще решить трудно. Только в отношении условнорефлекторной памяти существует достаточно единодушное мнение, что это временная связь нервных центров, в которых хранятся воспоминания об условном раздражителе, с командным пунктом реакции на него. Однако и здесь еще много неясного. Как образуется эта

связь, неизвестно. Одни считают, что она чисто функциональная, то есть всего лишь улучшение проведения возбуждения в определенных синапсах. Другие предполагают, что при образовании условных рефлексов возникают новые контакты между нейронами либо в силу того, что их отростки растут, либо просто на отростках возникают новые синаптические образования.

Так или иначе работу мозга, высшую нервную деятельность, связывают с деятельностью нервных клеток. Это настолько широко известно, что абсолютно ни у кого не вызывает сомнения. Даже люди, очень далекие от подобных биологических проблем, и те совершенно уверены в этом. Не удивительно, что эффект разорвавшейся бомбы вызвала статья, опубликованная несколько лет назад известным американским профессором Галамбосом. Ученый утверждал, что восприятие внешнего мира, образование условных рефлексов, память — все основные функции мозга связаны вовсе не с нервными клетками, а с глией, с теми маленькими клеточками, которые окружают тела нейронов и заполняют промежутки между их отростками.

Нельзя сказать, что подобные невероятные идеи появляются в биологии редко, просто о них успевают забыть раньше, чем они получают всеобщую известность. Галамбосу повезло значительно больше, его идеи получили известность даже в нашей стране, для науки которой изучение нервной системы является традиционным. Однако обсуждать деятельность глиальных элементов с фактами в руках ученые в то время оказались не в состоянии. Просто о глии почти ничего не было известно, хотя глиальных клеток во много раз больше, чем нервных. Раньше считали, что они выполняют лишь опорную функцию, поддерживая нейроны и снабжая их всем необходимым, так как кровеносные капилляры нигде непосредственно с нервными клетками не соприкасаются.

Казалось, идея, выдвинутая Галамбосом, настолько несостоятельна, что завянет прямо на корню. Но нет! Время от времени в разных странах мира, в

том числе и у нас, появляются его сторонники. Например, среди грузинских физиологов возникло предположение, что глия выполняет гораздо более важную роль, чем ей до сих пор отводилась. Правда, в отличие от Галамбоса они не приписывают ей функцию сознания или памяти, но предполагают, что глиальные элементы обеспечивают функцию замыкания временной связи при выработке условных рефлексов.

Гистологам уже давно известно, что большое количество окончаний нервных отростков в центральной нервной системе остаются голыми, не покрытыми миелиновой оболочкой. Расчеты показывают, что электрический ток из таких нервных окончаний должен рассеиваться и они должны быть малодейственными для передачи возбуждения на соседнее волокно. Грузинские ученые предполагают: механизм замыкания как раз в том и состоит, что ранее голое нервное окончание одевается миелиновой оболочкой и становится в функциональном отношении более активным. Эту изоляцию формируют глиальные клетки, отростки которых накручиваются на нервное волокно, создавая многослойную миелиновую оболочку.

Подтвердятся ли в дальнейшем высказанные предположения, пока сказать трудно, ведь изучение глии только начинается. Однако не подлежит сомнению, что подобные исследования заставят по-новому взглянуть на физиологические механизмы основных функций центральной нервной системы.

ХРАБРЫЙ ОБМАНЩИК

Человеку не раз приходилось сравнивать животных с людьми. В результате таких сравнений появилось множество удивительных имен: рыба-хирург — названа так за острые шипы на хвосте, напоминающие хирургический скальпель; тюлень-монах — потому, что, сидя на прибрежных скалах, своею позой

очень похож на склонившегося в молитве монаха; крабы-солдаты — за умение ходить строем...

Однако нередко бывает наоборот, и мы людей сравниваем с животными. Когда я называю свою дочурку лисой патрикеевной, она понимает, что ее считают плутишкой. А когда, наказанная за шалости, она делает обиженный вид и я говорю ей: «Ну, ежик, опусти свои иголки», — это значит: сама виновата и обижаться на папу не стоит.

К сожалению, нередко сравнения с животными бывают обидными. Иногда мы, невоздержанные на язык взрослые, сравниваем своих ближних и со змеей подколодной, и с поросенком, и, что еще хуже, с его мамой. Такие сравнения с животными обычны у всех народов. В Соединенных Штатах, например, бытует крылатое выражение: «играть роль опоссума». Откуда оно возникло? Что означает? Не обидно ли?

Опоссум небольшое животное, длиной 40—45 сан-



тиметров, внешним видом напоминающее крупную крысу. У него такая же длинная острая мордочка, большие усы и очень длинный хвост. Уцепившись за него своими тоненькими хвостиками, малютки опоссумы отправляются путешествовать на спине у своей матери.

Живут опоссумы в Америке, а у нас в Европе они известны, пожалуй, только ученым, да и то лишь потому, что относятся к сумчатым, то есть матери у опоссумов, как и австралийские кенгуру, носят своих новорожденных детенышей (пока те достаточно не подрастут) в специальной сумке, иначе беспомощные малыши существовать просто не могут.

У себя на родине опоссумы известны всем, и выражение «играть роль опоссума» ни у кого не вызовет недоумения. Когда на футбольном поле собьют парнишку и он лежит себе на траве, не собираясь подняться, товарищи кричат ему: «Довольно играть опоссума!» Это значит, вставай, нечего притворяться мертвым. Виновник не обижается: товарищи догадались, что он пострадал не сильно и просто шутит.

Совсем другое дело, если класс, собравшись после уроков, говорит одному из своих членов, что он играет роль опоссума. Тут уж без обиды не обойтись: это значит, что товарищи считают его обманщиком.

Слава опоссума как беззастенчивого очковтирателя не случайна. Виной тому довольно странное на первый взгляд поведение животного. Когда зверек попадает в беду: хищник захватит его врасплох или просто не удается удрать от опасного преследователя, он притворяется мертвым. На первый взгляд такой способ обороны может показаться просто глупым. Однако с выводами спешить не стоит. Если бы это было так, опоссумы давно перестали бы существовать.

«Психологический» метод борьбы со своими врагами (иначе его и не назовешь) основан на том, что все необычное вызывает у животных страх, или, как говорят ученые, ориентировочно-оборонительную реакцию.

От страха не мудрено и голод забыть, тут уж не до охоты.

Ни один хищник, какой бы опасный он ни был, ни лисица, ни волк, ни даже лев или тигр, наткнувшись на свежеубитое животное, не набросится на него тотчас же. Неподвижность мертвой добычи, неестественность позы является необычным и вызывает у хищника страх. Он будет долго бродить вокруг да около, прежде чем убедится, что никакой опасности нет, то есть пока не ослабнет ориентировочно-оборонительная реакция. Только тогда, очень постепенно, с большими предосторожностями хищник рискнет приблизиться к добыче.

Нередко страх оказывается сильнее голода, и, казалось бы, весьма лакомая пища остается нетронутой. Такое поведение дает возможность опоссуму выждать, выбрать удобный момент и удрать. Обычно его даже не преследуют. Очень резкий переход от полной неподвижности к движению — также малообычное явление, и оно, в свою очередь, вызывает страх.

«Психологический» способ обороны является настолько действенным, что нередко спасает опоссума, уже попавшего в зубы к своему врагу. Только старые и очень опытные хищники, много раз сталкивавшиеся с немудреной уловкой обманщика, способны разобраться в его хитростях. С таким «умным» врагом опоссуму лучше не встречаться, шансы спастись становятся для него ничтожными.

Уже много веков, как за опоссумом прочно утвердилась слава обманщика, одни лишь ученые еще сомневались в этом. Им не было достаточно ясно, действительно ли опоссум такой уж большой притворщик или просто от страха падает в обморок.

Недавно электрофизиологам удалось разгадать эту загадку. Как известно, в клетках головного мозга постоянно возникают электрические импульсы. По характеру электрических реакций нетрудно узнать, спит ли животное, находится под наркозом, в обмороке или его мозг работает нормально. Когда записали биотоки у опоссума в различные моменты его жизни, выяснилось, что, когда он притворяется мертвым, деятель-

ность его мозга не только не угнетена, как бывает во время сна или под наркозом, а, наоборот, достигает своего максимума. Значит, опоссум действительно обманщик и дурная молва о нем не случайна.

ЗЕЛЕНАЯ ТОСКА

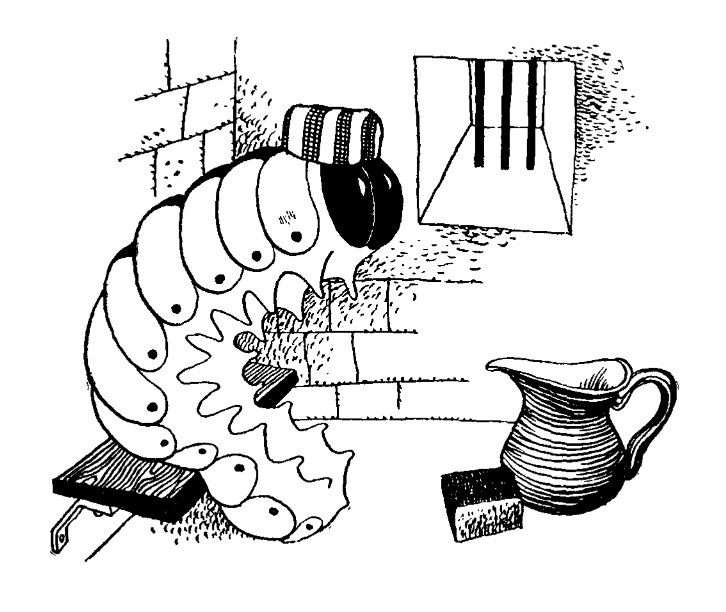
Как вы считаете, бывает ли грустно животным?

Давно известно, что тосковать могут не только люди, но даже крылатые и четвероногие существа. Тоскует лебедь по убитой подруге. Беспокоится, места себе не находит собака, когда у нее отбирают щенят. Домашние животные так привыкают к людям, что скучают, когда хозяев нет дома. В Милане собака 12 лет, не пропустив ни одного дня, ходила в паровозное депо встречать своего давно умершего хозяина-машиниста, а когда пришедший паровоз спускал пары и бригада его покидала, грустная, опустив голову и хвост, брела домой. Это ли не доказательство, что грусть животным знакома!

Да, высшим животным это чувство не чуждо. А как обстоит дело с более примитивными существами? Способны ли и они испытывать что-нибудь подобное? Судить об этом очень трудно. Как узнать, какое настроение у бабочки, порхающей на лугу? Спросить ее об этом нельзя. Единственный способ что-то понять — изучить в сходных условиях поведение самых разных животных. Выяснить, например, как они переносят одиночество, отсутствие контакта с себе подобными.

Для человека это тяжелое испытание. Широкую известность получили истории с так называемыми «робинзонами», то есть с людьми, в силу тех или иных обстоятельств вынужденными жить в полном одиночестве на необитаемых островах. У многих из них это вызвало серьезные психические расстройства. И не мудрено, человек существо социальное.

Среди животных тоже хуже всего переносят одиночество те, кто обычно живет стаями, даже если это совсем примитивные существа. Оказывается, они-то



больше всего и страдают, когда отрываются от своего «коллектива». Высшие животные еще в состоянии как-то приспособиться к одиночеству. Многим из них человеческое общество может значительно скрасить безрадостное существование. Такие животные, как обезьяны, вероятно, видят в нас, людях, своих собратьев, только слегка экстравагантных, и неплохо уживаются с нами, легко обходясь без сородичей.

Гораздо хуже низшим существам. Им мы составить компанию не можем. Наши маленькие птички: корольки и длиннохвостые синицы очень плохо переносят неволю и быстро гибнут, если их держать по одной. Другое, дело, когда в клетке сидит целая стайка. В компании они живут веселей.

Среди рыб тоже есть немало компанейских. Если вы посадите в аквариум одну-единственную селедку, то через несколько дней она погибнет от самой нас-

тоящей зеленой тоски, но не по синему морю, как думали раньше, а по своим друзьям селедкам.

Даже некоторым насекомым компания совершенно необходима. Гусеницы походного шелкопряда, очень опасного вредителя наших лесов, растут всегда вместе. Плотной колонной переползают они с ветки на ветку, с дерева на дерево, уничтожая всю попадающуюся на пути зелень. Но если хоть одна из них отстанет и заблудится, она погибла. У такой гусеницы падает настроение, портится аппетит и понижается обмен веществ. Из нее уже никогда не разовьется взрослого насекомого. Если такой «загрустившей» гусенице показать через стекло кого-нибудь из ее подруг или хотя бы только чучело, настроение у нее сразу повышается, а с ним и обмен веществ.

Особенно тяжело одиночество переносят общественные насекомые: пчелы, муравьи и термиты. Им недостаточно одного-двух партнеров. Оставшись в одиночестве или в небольшой группе, они перестают питаться и скоро гибнут. Только когда «компания» достигает какого-то определенного размера, жизнь этих насекомых начинает упорядочиваться. Для пчел и муравьев такой минимум находится где-то в районе 25 особей. В меньших коллективах эти насекомые, привыкшие к тесноте своей многолюдной квартиры, могут не на шутку «затосковать».

НЕГРИТЯНСКИЙ ВОПРОС

Если бы вы могли побеседовать с группой североамериканцев, сочувствующих борьбе негров за свои права, то, к своему удивлению, смогли бы убедиться, что среди них немало людей, уверенных в том, что негры люди второго сорта. Сейчас хорошо известно, что в работе мышечной системы и внутренних органов никаких существенных различий нет. Сторонники идеи о расовых различиях видят основную разницу в психической сфере, то есть, иными словами, в работе головного мозга.

Поводом к подобному утверждению явились очень существенные различия в уровне культурного развития отдельных народов, населяющих нашу планету, которые существовали 300—400 лет назад, в эпоху крупных географических открытий, и до сих пор еще не сгладились. Хотя коренные народы Азии, Африки, Америки и Австралии подарили миру немало выдающихся личностей, все же вклад многих народов в развитие человеческой культуры остается ничтожным. Это, конечно, объясняется условиями жизни народов, а вовсе не их врожденной неполноценностью. Однако и по сей день расисты продолжают использовать факт неодинакового уровня развития культуры как доказательство неполноценности неевропейских народов.

А действительно, есть ли различия в работе головного мозга у отдельных рас людей?

Основное отличие работы мозга человека от мозга животных связано с использованием речи, второй сигнальной системы. Именно речь является чисто человеческим приобретением, и уж если различия между расами есть, они должны обнаружиться в мозговых механизмах речи.

О работе человеческого мозга особенно много сведений собрали врачи, следившие за изменениями психических реакций при тех или иных его поражениях. Уже давно подметили, что повреждение одних районов больших полушарий головного мозга вызывает параличи, других — нарушение слуха или зрения. Было замечено, что при поражении некоторых участков мозга больше всего страдает речь. Причем при повреждении височных отделов левого полушария больные слышали, но переставали понимать речь; при поражении лобных отделов того же полушария на первый план выступали нарушения артикуляции; при теменно-затылочных повреждениях мог нарушиться счет. Некоторые поражения мозга вызывают нарушение письма или чтения.

Когда наблюдений накопилось достаточно много, выяснилось, что повреждения височных областей мозга, которые у европейцев полностью нарушают пись-

менную речь, у японцев вызывают гораздо менее тяжелые последствия, а у китайцев вообще ее не затрагивают. Зато повреждения в теменных областях, которые для европейца могут не иметь серьезных последствий, у японцев приводят к нарушению письменной речи, а у китайцев вызывают ее полное разрушение.

Выходит, в работе мозга существуют резко выраженные расовые различия? Прежде чем дать окончательный ответ на этот вопрос, необходимо сказать несколько слов об организации речевой функции.

Человеческая речь состоит из сложных комплексных звуков. Чтобы пользоваться речью, недостаточно иметь хорошо развитый слух. Для ребенка в первые месяцы жизни наша речь ничем не отличается от шума. Чтобы овладеть речью, ребенок должен научиться выделять из потока звуков существенные признаки, то есть фонемы. Поэтому для восприятия речи нужен не только тонкий, но главным образом систематизированный в отношении каждого конкретного языка слух.

Человек, незнакомый с иностранным языком, не в состоянии выделить из звукового потока членораздельные элементы этого языка и поэтому не может не только понять чужую речь, но даже повторить отдельные предложения или даже слова.

Интересно и очень важно, что в этом процессе принимают участие не только слуховые области мозга, но и артикуляционный аппарат, участвующий в производстве звуков, и соответствующие двигательные отделы мозга. Даже для взрослых людей, хотя это обычно не замечается, главным компонентом речи является не ее звуковая сторона и тем более не зрительная (письменная речь), а так называемое кинестетическое восприятие: то темное, неотчетливое чувство, которое зарождается в мышцах и сухожилиях артикуляционного аппарата во время двигательных актов.

Анализ слуховой информации происходит у людей в височных областях коры полушарий головного мозга. Как и все основные анализаторы человека,

височные отделы коры состоят из первичных, или проекционных, отделов, куда приходят нервные волокна от каждого уха, и вторичных полей, в которые информация поступает уже не непосредственно с периферии, а предварительно проходя обработку в первичных полях.

Если болезнью затронуты первичные поля, у человека нарушается слух. Совершенно иная картина возникает при поражении вторичной зоны в левом полушарии. Слух у таких больных практически не нарушен, страдает лишь речевой слух. Они не могут отличить «д» от «т», «б» от «п», «з» от «с». Вполне понятно, что при этом нарушено понимание фонем, а отсюда и целых слов.

Слово «дом» звучит для больного как «том», «лом» или «ком». Он не только их не отличает на слух, но не в состоянии произнести. Поэтому в разговоре, когда попадаются такие слова, возникает затруднение. Больной никак не может подыскать нужное слово, вспомнить его и обычно заменяет чем-нибудь сходным по смыслу, вроде «ну это, где живут», вместо «дом», или «ну вот, чем на улице скалывают лед» вместо «лом». При более тяжелых формах сложных для больного слов попадается так много и он так часто ошибается в их произношении, что в конце концов речь становится совершенно неразборчивой.

Естественно, что у человека, который не замечает разницы между словами «дом», «том», «ком», вообще нарушается понимание речи. Очень интересно и мало еще понятно, почему у этих больных в первую очередь нарушается понимание существительных, а речь состоит главным образом из связок, предлогов, наречий, глаголов и слов, выражающих отношение.

Вторая интересная особенность этих больных заключается в том, что нарушение «речевого» слуха может не отразиться на мелодическом, музыкальном слухе. Медицине известно несколько случаев, когда очень известные, выдающиеся композиторы, потеряв вследствие перенесенной тяжелой болезни речевой слух и соответственно речь, сохранили способность сочинять музыку и продолжали плодотворно рабо-

тать. Наоборот, повреждение аналогичных участков мозга в правом полушарии не затрагивает речь, но может нарушить мелодический слух.

Письменная речь у людей с повреждением вторичных полей слухового анализатора также оказывается нарушенной. Больные могут правильно списывать, легко справляются со знакомыми словами, вроде «Москва», «мать», легко воспроизводят свою подпись или зрительно очень знакомую символику, вроде «СССР», «КПСС». Написать же несколько слов под диктовку, а тем более самостоятельно такие больные совершенно не могут. Чтение тоже страдает. Некоторые очень знакомые слова и даже целые фразы могут быть узнаны и правильно поняты, прочитать же отдельные буквы, слоги или менее знакомые слова больные не в состоянии.

Таким образом, не расстройство зрительной функции, а нарушение фонематического слуха мешает больным читать и писать. В этом и состоит разгадка удивительного факта, что у китайцев эти поражения не отражаются на письменной речи, ведь она у них иероглифическая, не связанная непосредственно с фонематическим слухом. Китаец может писать или понять написанное, но прочитать вслух не в состоянии. Если он знаком с каким-нибудь европейским языком, он теряет способность читать и писать на нем.

Наоборот, у европейца, хорошо владеющего китайской речью, при аналогичных поражениях нарушается письменная речь на родном языке, но сохраняется способность понимать иероглифы.

Письменная речь японцев сочетает иероглифы с фонематическим способом передачи слов, поэтому она при сходных повреждениях мозга нарушается, но менее значительно, чем у европейцев.

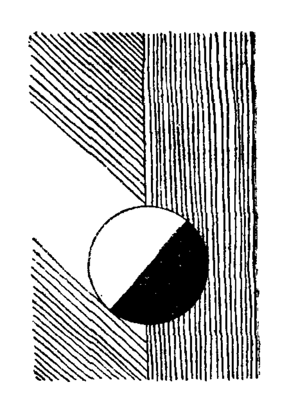
Восприятие иероглифов связано с работой затылочно-теменных отделов мозга. При их повреждении на первый план чаще всего выступает нарушение зрения. Больные не узнают нарисованных предметов, хотя хорошо их воспринимают. Рассматривая портрет, больные находят нос, рот, глаза, но синтезиро-

вать из отдельных деталей целый рисунок не в состоянии. Целое для них остается неясным, и они очень неуверенно говорят, что, вероятно, нарисован человек. Если изображенный на портрете имел усы, больной может сделать вывод, что нарисован кот.

Не удивительно, что способность понимать текст, написанный с помощью иероглифов, у таких больных полностью нарушена. Если при этом понимание букв, как менее сложных знаков, сохранено, то чтение и письмо на других языках не страдает. Это, безусловно, никак не связано ни с национальными, ни с расовыми особенностями людей. У китайцев, знающих европейские языки, чтение и письмо на них не нарушаются, наоборот, европейцы, знающие иероглифы, утрачивают способность читать китайские тексты.

Итак, своеобразие психических процессов, оказывается, никак не связано с расовой принадлежностью людей, а всецело зависит от воспитания и обучения, то есть в конечном итоге от образования целых иерархий сложнейших систем условнорефлекторных связей.

АИСТЫ И КАПУСТА



ПОЧЕМУ ЖЕ ВСЕ-ТАКИ ДВА?

На нашей планете обитает несколько миллионов видов животных. Они редко бывают похожи друг на друга. Одни живут в воде, другие на суше, одни любят холод, другие предпочитают тепло, некоторым необходимо высокое давление, многие могут жить почти в вакууме. Но как ни различны между собой отдельные виды животных, у всех у них есть нечто общее, представители каждого вида делятся на мужские и женские особи. Только очень примитивные существа не имеют пола.

Зачем же понадобилось природе разделить все живое на две противоположные группы? С выполнением какой задачи не мог справиться один организм?

Обычно существование двух прямо противоположных полов связывают с потребностями самого процесса размножения. Но это никак не может быть первопричиной раздельнополости. Ведь примитивные организмы, у которых такого разделения еще не произошло, превосходно размножаются, и немало раздельнополых существ сохраняют способность размножаться бесполым путем.

Бесполое размножение распространено довольно широко. Наиболее простой способ — деление. Так размножаются амебы, инфузории и многие другие одноклеточные организмы. В самых общих чертах он состоит в следующем: само тело клетки, ее ядро, все составляющие ядро хромосомы делятся на две равные

части, в результате чего из одной клетки возникают два совершенно одинаковых организма, ничем не отличающихся от первоначальной материнской клетки.

Иногда приходится прибегать к различным ухищрениям. Очень интересно наблюдать деление тэкамебы, живущей в миниатюрной раковине. Процесс начинается с того, что материнская клетка через отверстие в раковине выползает наружу и здесь создает второй домик — раковину, являющуюся зеркальным изображением основной. Первоначально обе раковины соединены друг с другом. Закончив постройку нового дома, тэкамеба несколько раз заползает то в один, то в другой, как бы проверяя, все ли в порядке. Потом тело ее делится на два самостоятельных организма, и новые клетки расползаются по своим раковинам, а последние отделяются друг от друга. С этой минуты оба организма существуют как самостоятельные.

Другой способ бесполого размножения называется почкованием. Он состоит в том, что от родительского организма отделяется небольшая часть. Если это одноклеточный организм, то в выделившейся части находится и маленькое ядрышко. От многоклеточного организма отделяется целая группа клеток, из которых впоследствии вырастает новая особь. Так размножаются дрожжи, а из многоклеточных — гидра.

Третий способ бесполого размножения — спорообразование. При этой форме размножения ядро родительского организма делится на несколько, иногда на очень большое количество маленьких ядер, после чего делится на такое же число частей и сама клетка.

Вновь образованные маленькие клеточки — споры не похожи на родительский организм. Они очень малы и в отличие от взрослых организмов заключены в прочную защитную оболочку, которая предохраняет от любых неблагоприятных воздействий окружающей среды. Благодаря этому споры могут переносить разные превратности судьбы: высушивание, сильное нагревание или охлаждение.

Спорами размножаются возбудители малярии —

плазмодии, паразитирующие в красных кровяных тельцах человека. Там каждый плазмодий делится на 12 или 24 споры. Когда все споры, сколько бы их ни было в крови человека, разом покидают красные кровяные тельца, последние разрушаются, и это вызывает очередной малярийный приступ. Плазмодиям свойственно не только бесполое размножение. Попав вместе с зараженной человеческой кровью в пищеварительный тракт комара, они размножаются половым путем.

Вот видите, сколько способов бесполого размножения придумала природа. Значит, вовсе не задачи размножения вызвали появление двух полов. Что же тогда еще?

Возникло предположение, что при длительном бесполом размножении вследствие нарушения генетического кода должно произойти вырождение организмов, как это наблюдается в случае браков между близкими родственниками. Предположения, как известно, сами по себе ничего не стоят. Ученым нужны были точные факты. Решили поставить опыт на таком организме, который может одинаково легко размножаться и половым и бесполым путем.

Выбор пал на инфузорию туфельку, довольно крупный и очень сложно устроенный одноклеточный организм. Опыт ставился таким образом, что как только живущая в одиночку инфузория туфелька делилась, давая два самостоятельных организма, их тотчас разделяли, чтобы помешать половому размножению. В условиях такого эксперимента туфельки делятся обычно два раза в день. У исследователей хватило терпения в течение 22 лет наблюдать за размножением одной-единственной инфузории! За это время успело смениться 13 500 поколений. Предполагаемого вырождения и гибели потомства не произошло.

Таким образом, даже организмы, которым свойственны оба типа размножения, могут на протяжении десятков тысяч поколений без особого ущерба для себя размножаться только бесполым путем. Очевидно, необходимость двух полов заключается в чем-то другом. Она становится более понятной, если разобрать-

ся, какую роль в процессе размножения выполияет каждый пол.

Любой вид животиых для своего существования нуждается в воспроизводстве достаточного количества хорошо подготовленных к жизни детенышей. Если отбросить некоторые исключения, то можно утверждать, что количество детенышей зависит главным образом от количества взрослых самок. Любой самец может вступить в брак со многими самками.

Какую же функцию выполняют самцы? Мужчины, оказывается, отвечают за качество. Обзавестись семьей способен далеко не каждый. Чтобы заполучить самку, приходится выдержать жестокую конкуренцию. Семьянинами становятся в первую очередь хорошо приспособленные к жизни самцы.

Речь, безусловно, идет не только о физической силе, хотя и она совершенно необходима, чтобы получить и удержать гнездовой участок или выйти победителем из рыцарских турниров, которые устраивают



самцы многих видов животных. Дети всегда бывают похожи на родителей, и более приспособленные к жизни самцы, естественно, дадут более полноценное потомство.

Чтобы самцы могли справиться со своими обязанностями, осуществлять контроль за качеством потомства, они должны быть хорошо осведомлены о всех изменениях окружающей среды, а для этого, во-первых, должны быть менее приспособленными к жизни, чем самки, чтобы сразу же почувствовать малейшее ухудшение условий жизни, а во-вторых, очень разными, чтобы одни осуществляли контроль главным образом за климатическими условиями, другие за пищевыми ресурсами, третьи за естественными врагами.

Действительно, самцы, а вовсе не самки, как это принято считать, являются слабым полом. Даже человек ничем в этом отношении не отличается от остальных существ. Если взять хотя бы продолжительность жизни, то для всех народов она гораздо выше у женщин, чем у мужчин. В любой стране среди столетних людей не меньше 60 процентов женщин. Однако рекорды по долгожительству чаще всего дают мужчины. Хотя в массе своей они и хлюпики, но поскольку они очень отличаются друг от друга, среди них всегда найдется один-два, которые станут чемпионами.

Памятуя эти обстоятельства, мы легко поймем всю бесплодность споров об уровне умственных способностей мужчин и женщин, которые одно время были так модны. Действительно, женщины более однообразны, более похожи друг на друга и, видимо, подарили миру несколько меньше гениальных личностей. Но зато, несомненно, среди женщин значительно меньше круглых идиотов, чем среди мужчин.

Таким образом, основная причина двуполости — невозможность иным путем обеспечить необходимого количества высококачественного потомства.

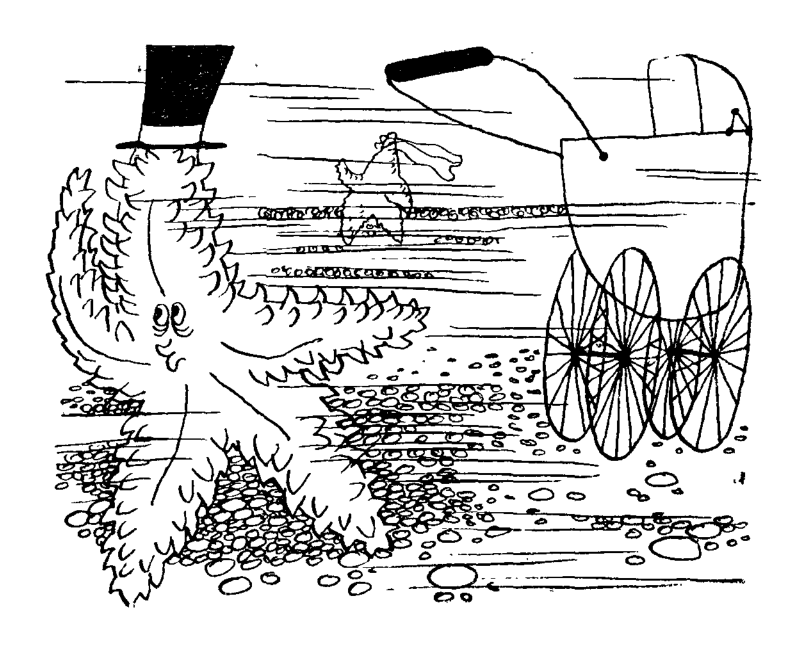
Вторая причина возникновения двуполости состоит в том, что она позволила эволюции идти более быстрыми темпами. Ведь при бесполом размножении «ребенок» как две капли воды похож на мать. Только в силу случайных, редких причин он может от нее

отличаться, поэтому новые признаки при бесполом размножении животных появляются редко и медленно накапливаются.

Совсем иная картина, когда у ребенка есть и отец и мать. Он что-то наследует от одного, что-то от другого родителя. Это не серийное производство, каждый ребенок создается, так сказать, по индивидуальному проекту, и если он оказался удачным, то новые ценные качества очень скоро станут широко распространенными среди данного вида животных.

БРАК И СЕМЬЯ

Большинство животных нашей планеты размножается половым путем. У одноклеточных организмов основным содержанием полового процесса является обмен ядерным веществом между обеими брачующимися клетками.



Вот как это происходит у инфузории туфельки. Две решившие приступить к половому размножению инфузории тесно прижимаются друг к другу брюшными сторонами так, что их ротовые отверстия совпадают. Затем у обоих вступивших в контакт организмов многократно делятся ядра, претерпевая при этом ряд превращений, в результате которых у каждой туфельки остается лишь по два ядра, женское, стационарное, и мужское, блуждающее, число хромосом в которых уменьшено вдвое. Инфузории взаимно обмениваются блуждающими ядрами. Переместившееся ядро сливается со стационарным ядром инфузории-хозяйки, в результате чего у каждой туфельки образуется по одному новому ядру с полным набором хромосом.

В половом размножении одноклеточных могут участвовать два совершенно одинаковых на вид организма, как это бывает у инфузории туфельки, или явно не похожие друг на друга существа. У малярийного плазмодия, о котором уже шла речь, после ряда бесполых поколений, состоящих из одинаковых, как две капли воды похожих друг на друга спор, из которых развиваются также похожие друг на друга амебообразные существа, на 10—11-й день возникает половое поколение, состоящее из более мелких мужских и более крупных женских особей, которые размножаются уже половым путем.

У многоклеточных организмов есть особые половые клетки, слияние которых, или, правильнее, оплодотворение, и приводит к возникновению нового организма. Это сильно осложнило процесс размножения. Природе пришлось изобрести массу всевозможных приспособлений, чтобы обеспечить встречу мужских и женских половых клеток.

У большинства низших организмов она происходит на стороне, причем родители часто не прилагают никаких усилий, чтобы их половые клетки встретились. Нерадивым родителям, чтобы оставить потомство, приходится запасаться колоссальным количеством половых клеток, только в этом случае их можно выбрасывать просто на ветер, как поступают растения,

рассеивая по белу свету свою пыльцу. У животных аналогичные процессы могут происходить только в воде, но, конечно, на значительно меньших пространствах.

Половые клетки не полагаются на случайные встречи. Обычно сперматозоиды — мужские половые клетки — способны двигаться самостоятельно, и иногда довольно быстро. Все же, чтобы большинство женских половых клеток оказалось оплодотворенным, количество мужских половых клеток должно значительно превосходить количество женских. Так размножаются медлительные морские звезды, усеянные колючками морские ежи и многие другие морские обитатели.

Половым клеткам колониальных животных, благодаря тому, что они живут все вместе, легче найти друг друга, но для этого они должны оказаться в воде одновременно. Но как животным сговориться между собой?

На этом уровне развития организмов понятен только химический язык. В половых клетках или вместе с ними в воду выбрасываются вещества, которые стимулируют выделение половых продуктов у животных того же и противоположного пола. Получив приказ, вся колония приступает к размножению. Почти одновременно на ограниченном пространстве накапливается большое количество половых клеток обоего пола. Только это и обеспечивает успешное оплодотворение.

Специалисты, занимающиеся промыслом устриц, давно овладели этим несложным языком. Они подсказывают устрицам, когда пора приступать к размножению. В благоприятное время года в воду на устричной банке одновременно выпускаются половые продукты, добытые от сотен или тысяч устриц. Это вызывает у свободно живущих устриц массовую яйцекладку и последующее оплодотворение выметанных яиц. Искусственно вызванная яйцекладка значительно повышает урожайность устричных угодий.

Животные, способные передвигаться, в брачный период собираются парами, группами или даже огромными стаями, как это бывает у рыб. Самцы всем

своим поведением заставляют самку выметывать икру и тут же поливают ее молоками.

Еще более тесный контакт между самцом и самкой у земноводных. Как только наступит время для икрометания, самец лягушки находит себе подругу, крепко обхватывает ее передними лапками за талию и не отпускает, пока не будет отложена икра. Иногда встреча самца и самки происходит еще на берегу, вдали от подходящего водоема. Забавно наблюдать, как грузными прыжками спускаются к воде самки, неся на спине отцов своих будущих детей. Все время, пока самка откладывает икру, самец находится у нее за спиной. Это очень удобно, так как на выделившуюся икру тотчас извергается сперма.

У высших животных встреча половых клеток происходит внутри тела матери. Для этого у животных существуют особые приспособления — наружные половые органы. Чтобы обеспечить встречу половых клеток, самец и самка вступают в непосредственный контакт, который называется спариванием.

Спаривание у большинства животных бывает в строго определенное время года. Так происходит потому, что в остальные периоды жизни самки не имеют зрелых половых продуктов, их организм не подготовлен для размножения и не может обеспечить развития зародыша. Самцы теплокровных животных способны к спариванию в любое время года. Лишь у некоторых из них, например у самцов оленей, вне периода размножения зрелые половые клетки отсутствуют. Приуроченность размножения к определенному времени года вполне целесообразна, так как детеныши, рожденные в неблагоприятное для их развития время, неизбежно погибнут.

Есть животные, которые могут спариваться в любое время года, но продуктивно это закончится лишь в том случае, если и у самца и у самки в этот момент имеются зрелые половые продукты. Для человека таких периодов в году 13, но продолжительность каждого из них очень невелика, обычно не превышает суток. Следовательно, только в течение этих 13 дней женщина может стать матерью.

Не всегда внутреннее оплодотворение происходит в результате спаривания. У многих насекомых, у тритонов, аксолотлей, саламандр и других животных спаривания как такового не бывает. Самец откладывает сперматофор (небольшой мешочек, в котором находится сперма), и только затем он сам или самка засовывает его в половое отверстие. Часто вводится не весь сперматофор, а только его шейка, из отверстия которой сперматозоиды проникают в половые пути самки. Чтобы сперматофор не отвалился, существуют специальные приспособления — боковые отростки. С помощью этих отростков или особого клейкого секрета из придаточных желез самца сперматофор прочно прикрепляется к телу самки. Пустой сперматофор самки многих насекомых съедают.

Иногда все происходит еще проще. У некоторых насекомых сперма выбрасывается прямо наружу, потом с помощью ротовых придатков собирается самцом и вводится в половые органы самки.

Копулятивные органы самцов и половые отверстия самок могут находиться на различных частях тела, на лапках, на голове и т. д. Пауку крестовику в качестве копулятивного органа служит острие челюстного щупальца. Перед спариванием он плетет небольшую паутину и в нее выделяет сперму, после чего забирает особым выростом щупальца, как пипеткой, немного жидкости из выделенной им капли. Лишь после этого он может приступить к спариванию.

У улиток половое отверстие расположено на голове. У осьминога сперма содержится в одном из восьми щупалец, которое и вводится в половое отверстие самки при спаривании. Особенно интересно, что щупальце, наполненное сперматозоидами, может отделиться от тела осьминога и вести самостоятельный образ жизни.

Раньше такое щупальце считали особым животным и называли гетерокотилем. Никто и не подозревал, что это всего-навсего один из органов головоногого моллюска. Когда гетерокотиль встречает на своем пути самку осьминога, он заползает ей в половые пути, и там из него выдавливается сперма.



Самки некоторых насекомых не имеют специального полового отверстия. Самец вкалывает свой острый копулятивный орган в любую часть тела самки, а впрыснутые сперматозоиды блуждают по внутренним полостям, пока не наткнутся на яйцеклетку. То же самое наблюдается у коловраток и пиявок. Только в этом случае в тело самки вбуравливается сперматофор.

Процесс спаривания длится от нескольких секунд до нескольких дней. У лягушек ложное спаривание, о котором уже говорилось, продолжается до трех суток. У бабочек, спаривание которых длится несколько часов, самец выделяет специальное клейкое вещество, оно быстро твердеет на воздухе и прочно скрепляет его с самкой.

Иногда спаривание чревато опасными последствиями. Самец-паук осторожно подкрадывается к самке, ибо, если она его успеет увидеть, то непременно на-

бросится и съест. Зато после спаривания ускользнуть удается немногим, паучиха непременно закусит своим супругом. Смертельная опасность грозит самцу даже во время спаривания, поэтому некоторые пауки накрепко запирают пасть самки особыми крючочками, расположенными на передних ногах. Не удивительно, что у некоторых южных пауков число самцов в десятки и даже сотни раз превышает число самок. Лишь в такой массе находится достаточное количество безрассудных, отваживающихся вступить в брак.

У некоторых животных спаривание всегда заканчивается гибелью одного из супругов. Трутень, которому во время брачного полета посчастливится обойти своих соперников и догнать самку, погибает сразу же после спаривания. У богомолов самка еще во время спаривания начинает поедать самца прямо с головы.

Еще трагичнее брачные обычаи одного из видов многощетинковых кольчецов. Настоящего спаривания у них не происходит. Сперму самец откладывает самке прямо в рот, после чего немедленно разрывает ее на части, благодаря чему сперматозоиды и получают возможность оплодотворить яйца, которые вываливаются из обрывков тела.

Многие животные, хотя и размножаются половым путем, настоящую семью не заводят. Семья возникла только потому, что появилась необходимость охранять, выкармливать и обучать детенышей. Характер семьи во многом определяют детеныши.

Иногда обязанности между родителями распределены так строго, что необходимо участие непременно обоих родителей, один выкормить их не может. Когда у ястреба-перепелятника выведутся птенцы, мать по-прежнему остается в гнезде, охраняя и обогревая своих птенцов. Ястребиху и ее выводок кормит отец. Он весь день проводит на охоте, а всю пойманную дичь несет домой и отдает ее супруге. (У многих животных в дом отцов не пускают.) Ощипывать, разрывать добычу на части и кормить птенцов он не умеет.

Если семья остается без отца, опытная самка может выкормить выводок, хотя носить добычу домой

ей непривычно. Если семья остается без матери, она обречена на гибель. Несчастные птенцы умрут голодной смертью, так как пойманную добычу отец по-прежнему будет складывать на край гнезда, но кормить птенцов не станет.

У заботливых родителей браки бывают прочными. Очень часто они заключаются на всю жизнь. Это не значит, что супруги никогда в жизни не разлучаются. Такие пары среди животных редки. Обычно они живут вместе, только когда наступает время подумать о детях. Так поступает большинство наших перелетных птиц. На зимовках самцы и самки держатся порознь и часто также порознь возвращаются домой, чтобы встретиться лишь у родного гнезда.

Ученые считают, что браки животных, которые заключаются на всю жизнь, объясняются не нежными чувствами супругов друг к другу, а лишь привязанностью их к своему гнезду. Даже такие хорошие семьянины, какими повсеместно слывут аисты, легко берут себе в жены новую подругу. Самец весной первым возвращается на гнездовье, и, если в этот момент к нему присоединится молодая самка, он ее примет, а когда чуть позже прилетит хозяйка гнезда, будет равнодушно взирать на конфликт аистих. Та из них, которая выйдет победительницей, станет его женой.

Совсем иначе строится семья, когда детеныши рождаются на свет сильными и самостоятельными. Тогда нет необходимости обоим родителям принимать участие в воспитании малышей, и семья принимает самые неожиданные формы. Вот явилась ранним весенним утром стая самцов-судаков на родное нерестилище, где они сами когда-то появились на свет. Распалась стая. Каждый судак облюбовал себе местечко на дне, расчистил его и построил гнездо из корней подводных растений. Не удивляйтесь, не все рыбы просто выметывают икру, многие сооружают замысловатые гнезда.

Итак, отстроили самцы-судаки на нерестилище гнезда и поджидают появления самок, которые отложат икру и пойдут как ни в чем не бывало гулять по белу свету. Охранять икру остается самец, а когда



из нее вылупятся судачата, он тоже покидает гнездо, и если по дороге не пообедает своими же детьми, то лишь потому, что уж больно мелки, не стоит с такой мелюзгой и связываться.

У рыб нередко семьянином оказывается только самец. Такие оригинальные семьи встречаются и у птиц. Миниатюрная самочка куличка-плавунчика утруждает себя только тем, что откладывает яйца, а высиживать их и возиться с малышами поручает отцу.

Еще интереснее семья у трехперстки, которая водится у нас на Дальнем Востоке. Весной, когда наступает пора размножения, самочка, как все порядочные птицы, строит гнездо, откладывает в него четыре яичка и оставляет их на попечение самца. А сама строит новое гнездышко, подыскивая нового самца, откладывает яички и снова удирает, и так несколько раз.

Полиандрия (многомужество) довольно редкое явление, зато полигамия (многоженство) распростра-

нена очень широко. Старые сильные самцы морских котиков и морских львов заводят себе целые гаремы из нескольких десятков самок. Известно многоженство у обезьян, у птиц, особенно среди куриных.

Иногда родители сами не ухаживают за детьми. Мать находит няньку, или, вернее, приемных родителей, и на их попечение оставляет своих детей. Таких хитрецов немало, 50 видов кукушек разбрасывают свои яйца по чужим гнездам, 10 видов африканских медоуказчиков и 4 вида ткачиков, а в Америке воловья птица.

Все гнездовые паразиты, так называют эту разнородную группу птиц, стремятся к тому, чтобы их птенец пользовался преимущественным вниманием приемных родителей. Для этого подросшие кукушата выбрасывают из гнезда своих сводных сестер и братьев. Воловьи птицы, отложив в чужое гнездо яйца, надклевывают все остальные, чтобы уберечь своего детеныша от опасных конкурентов.

Гнездовой паразитизм распространен в природе гораздо шире, чем об этом принято думать. Видимо, когда мест, подходящих для гнездовий, становится мало, многие птицы могут начать откладывать яйца в гнезда своих ближайших родственников. Наши северные кряквы, гоголи и живущие на берегах Сиваша пеганки поступают так довольно часто. Южноамериканская черноголовая утка никогда не вьет гнезда, а яйца свои разбрасывает по гнездам других крупных птиц, не очень заботясь, смогут ли выкормить ее утенка приемные родители. От вымирания эту утку, видимо, спасает очень большое количество яиц: кто-нибудь из птенцов да выживет.

Некоторые животные коллективно воспитывают детей. Императорские пингвины, живущие в Антарктике, водят своих малышей в детский сад, где они проводят в компании сверстников целые дни, пока родители ловят рыбу. Воспитываются пингвинята вместе, а кормятся врозь. Родители безошибочно находят среди десятков одинаковых шариков своего ребенка и заботливо наполняют пищей желудочек прожорливого младенца.

Особенно сложные и многочисленные семьи у общественных насекомых. У пчел в нее входит несколько десятков тысяч членов, а у муравьев и термитов количество членов в семье может достигать миллиона.

Семья у общественных насекомых не однородна, в ней много сословий: матка и самец — родители многочисленной семьи, рабочие и солдаты, длиннокрылые и короткокрылые и много разных переходных форм. Все члены семьи очень тесно связаны друг с другом. Если одного из них вырвать из коллектива, он непременно погибнет, даже если будет вдоволь воды и пищи. Рабочие особи, которые кормят и поят всю семью, оставшись одни, прокормить себя неспособны.

У общественных насекомых воспитание молодняка — очень сложный процесс. Без помощи заботливых кормилиц личинки жить не могут, но сами родители в этом процессе никакого участия не принимают. Пчелиная матка занимается только откладыванием яиц. Пара муравьев или термитов, основателей новой колонии, на первых порах вынуждена заботиться о своих детях, пока они не подросли, пока их не накопилось достаточно, чтобы взять на себя все заботы в семье. Тогда родители только едят и производят на свет потомство.

Интересной особенностью общественных насекомых является способность заключать коллективный брак. Обычно, когда наступает время роения, вылетевшие муравьи и термиты сбрасывают крылья, разбиваются на пары и отправляются на поиски подходящей норки, где и замуровываются, чтобы приняться за создание семьи. Нередко в норке может оказаться несколько самцов и самок. Это выгодно, больше надежды, что коллектив справится с трудностями и создаст семью. Зато когда семья уже создана, в ней остается только один половозрелый самец и одна половозрелая самка.

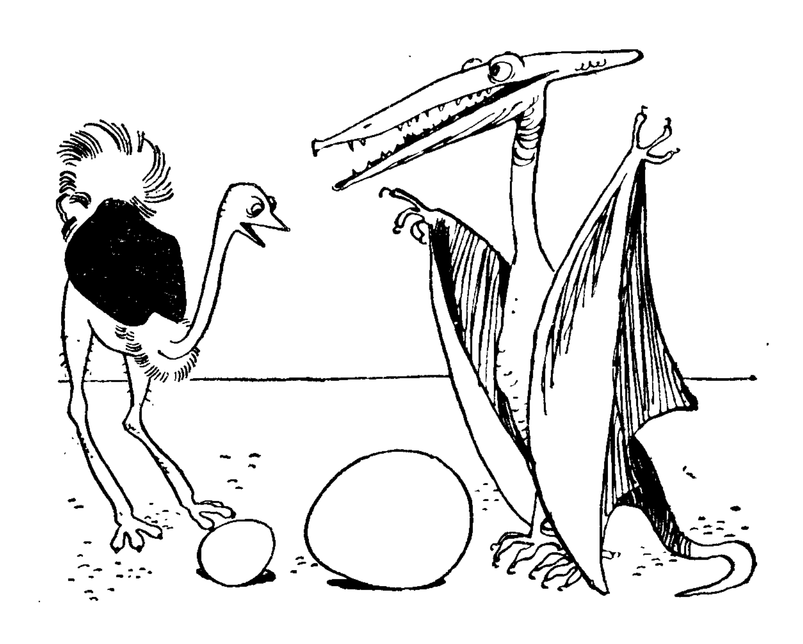
Много странного, неожиданного в семье общественных насекомых. Например, брак у них заключается на всю жизнь. Конечно, нерасторжимость бра-

ка объясняется совсем не взаимной привязанностью супругов. Разгадка верности кроется в очень своеобразном укладе жизни семьи общественных насекомых.

ДВА НАЧАЛА

У высших животных для воспроизведения потомства используются мужские и женские половые клетки, или гаметы. Они сильно отличаются друг от друга и от остальных клеток организма.

Женская половая клетка называется яйцом. Она крупная, имеющая овальную или шарообразную форму, содержит в большом количестве дейтоплазму (желток) — строительный материал, за счет которого у млекопитающих (кроме яйцекладущих: ехидны и утконоса) яйцо развивается в первый момент после



оплодотворения, а у остальных животных до полного созревания зародыша. Вот почему клетки последних достигают прямо-таки гигантской величины.

Самыми большими яйцеклетками из всех живущих в настоящее время на Земле животных, если взять их со всеми оболочками, к которым у птиц относятся скорлупа и белок, являются яйца страусов. Вес этой клетки 2—3 килограмма. У вымерших доисторических рептилий и у еще сравнительно недавно жившего на Земле странствующего голубя объем яйца был с доброе ведро. Человеческая яйцеклетка относится к числу наиболее маленьких, ее диаметр равняется 0,2—0,5 миллиметра. У беспозвоночных известны еще более мелкие яйца, диаметр которых едва достигает 0,04 миллиметра.

Яйца созревают в женских половых органах — яичниках. У человека они формируются в раннем детстве, примерно к двум с половиной годам, и позже уже не изменяются. Удалось сосчитать, что в каждом яичнике в это время содержится по 30 000 яйцеклеток. В более ранний период их несколько больше, но начиная с шестого месяца внутриутробной жизни в яичнике эмбриона некоторые из них начинают созревать, однако полного развития не достигают.

Созревающее яйцо дважды делится и теряет при этом половину своих хромосом. Лишь после наступления у девушки половой зрелости яйцеклетка может достичь полного развития, и произойдет овуляция, выделение яйца из яичника. В течение жизни у женщины созревает лишь немногим более 400 яйцеклеток, по 13 в течение одного года.

Мужские половые клетки — сперматозоиды очень своеобразны и непохожи на другие клетки организма. Сперматозоиды различных животных отличаются друг от друга по внешнему виду. Общим является то, что они всегда меньше яйца и всем им присуща подвижность.

Сперматозоид млекопитающих состоит из небольшой головки и длинного хвоста, с помощью которого он передвигается. Длина человеческого сперматозоида 50—70 микрон, а его головки всего 4—5 микрон. Осо-

бенно сложно устроены сперматозоиды низших животных. Они часто бывают снабжены перфоратором в виде шила, сверла, долота или штопора для вскрытия яичной оболочки, а также лопастями, плавниками и другими приспособлениями.

Сперматозоиды развиваются в мужских половых железах — семенниках, которые у позвоночных животных бывают парными и располагаются в полости тела. Только у человека и некоторых млекопитающих они находятся в специальных мешочках непосредственно под кожей. Выход семенников наружу осуществляется во время внутриутробной жизни плода. Если этого почему-либо не произошло, то в таких семенниках сперматозоиды развиваться не будут. Предполагают, что так происходит из-за высокой температуры внутри брюшной полости. Во всяком случае, слоны, у которых семенники лежат в полости тела, а температура достаточно высока, в брачный период поднимаются высоко в горы, где холодно. Без этого зачатие невозможно. Когда же этих гигантов привозят на наш холодный север, они нередко в первые же годы дают потомство. А нужно помнить, что даже у себя на родине размножение слонов в неволе явление далеко не частое.

Семенники мужчин имеют около тысячи извитых канальцев каждый. В стенках канальцев есть крупные овальные клетки, при делении которых и возникают сперматозоиды. Во время деления они так же, как и женские гаметы, теряют половину хромосом, а затем совершают сложный процесс морфологической реконструкции, превращаясь из обычной овальной клетки в зрелый сперматозоид.

Еще не получившие способности к движению сперматозоиды по канальцам проталкиваются в придаток семенника, представляющий собой сильно извитую трубку, где сперматозоиды и хранятся в семенной жидкости, которая содержит необходимые для них питательные вещества: глюкозу и фруктозу.

Независимо от того, где должна произойти встреча сперматозоидов с яйцом, в половых ли путях самки

или вне организма, у каждого сперматозоида в отдельности очень мало шансов достичь яйца. Ведь в женских половых путях человеческому сперматозоиду необходимо проделать огромный путь, а скорость движения не превышает 1,5—3 миллиметров в минуту.

Чтобы обеспечить надежность встречи двух половых клеток, природе пришлось пойти по линии использования огромных армий сперматозоидов даже в тех случаях, когда необходимо оплодотворить всего одно яйцо. Так, во время полового акта в половую систему женщины, где в лучшем случае может находиться всего одна созревшая яйцеклетка, вводится 200 или больше миллионов сперматозоидов.

Дело осложняется еще и тем, что половые клетки (и женские и мужские) очень нежны и недолговечны. Человеческая яйцеклетка через сутки после овуляции погибает, сперматозоиды в половых путях женщины живут несколько дольше, 24—48 часов.

Но дело не только в продолжительности существования половых элементов, важно также, в течение какого времени они способны к оплодотворению. Оболочка икры лосося, попав в воду, затвердевает настолько, что сперматозоид уже не может сквозь нее проникнуть. Да и сами сперматозоиды сохраняют в воде способность двигаться очень непродолжительное время: у лосося — 45 секунд, а у ручьевой форели всего 23 секунды. За такой короткий срок и должна произойти встреча обеих клеток. Поэтому при искусственном разведении лосося на рыбозаводах икру предварительно смешивают со сперматозоидами и лишь несколько позже переносят в воду.

Продолжительность жизни и способность сперматозоидов к движению может быть значительно увеличена, если сохранять их без воды. В «сухом» виде сперматозоиды некоторых рыб могут храниться одну-две недели, а иногда и больше.

У некоторых животных сперма в половых путях самки хранится очень долго. Спаривание летучих мышей протекает во время зимовки, но оплодотворения в этот момент не происходит. Введенная в организм самки сперма сохраняется в половых путях до

весны. У улиток сперма может храниться годами. У пчел спаривание происходит раз в жизни. Сперма сохраняется в специальном мешочке, соединенном с половыми путями. Когда пчелиная матка откладывает яйца, она произвольно открывает сфинктор мешочка и дает возможность сперматозоидам оплодотворять откладываемые яйца. Если кладка производится при закрытом сфинкторе, яйца оказываются неоплодотворенными.

Как находит сперматозоид яйцо? Об этом сейчас известно немного. Благодаря огромным количествам сперматозоидов встреча с яйцом может происходить в результате случайных столкновений. Известны и особые приспособления. Яйца некоторых животных содержат специальные вещества, которые, выделяясь в окружающую среду в совершенно ничтожных количествах, либо удлиняют срок жизни сперматозоидов, либо заставляют их двигаться к источнику этого вещества.

Существование огромных армий сперматозоидов не обязательно. Там, где устройство полового аппарата значительно облегчает встречу сперматозоида с яйцом, животные обходятся небольшим количеством мужских половых клеток. Так, у некоторых низших ракообразных, относящихся к дафнидам, яйцеклетки в количестве двух хранятся в тесной выводковой камере, куда во время спаривания и попадают сперматозоиды, после чего отверстие, через которое они вводятся, закрывается. Сперматозоиды у этих дафнид очень крупные, малоподвижные и, что особенно интересно, их мало. Во время спаривания в выводковую камеру попадает не больше пяти, а всего у самца сперматозоидов не более 20.

Оплодотворение начинается с прикрепления сперматозоида к оболочке яйца. Теперь он должен проникнуть внутрь. Этому препятствует оболочка яйца. У некоторых животных, например у иглокожих и амфибий, очень толстая. Часто она для сперматозоидов совершенно непроходима, за исключением узкого канала, называемого «микропиле»; только по нему и может внутрь яйца проникнуть сперматозоид. Уси-

лия, которые при этом развивают сперматозоиды, огромны. Можно наблюдать, как крупные яйца морских животных, в сравнении с которыми сперматозоиды ничтожно малы, под дружным натиском их многотысячных армий, окружающих яйцеклетку плотным кольцом, начинают медленно двигаться или вращаться.

Человеческое яйцо, кроме собственной оболочки, окружено еще слоем клеток — лучистым венцом и поэтому недоступно одному сперматозоиду. Только общие усилия нескольких сот тысяч сперматозоидов могут привести к прорыву этого барьера, разрушив с помощью особого фермента гиалуронидазы, в ничтожных количествах содержащегося в их головках, вещество, спаивающее между собой клетки лучистого венца. Лишь затем один из сперматозоидов сможет проникнуть в яйцо.

Проникновение внутрь яйца сразу же вызывает в нем ряд изменений и в первую очередь оболочки: за короткий срок она так уплотняется, что через нее больше уже не сможет проникнуть ни один сперматозоид. Возникновение этой оболочки обеспечивает оплодотворение яйца только одним сперматозоидом.

При этом яйцо яйцеклетки сливается с ядром проникшего внутрь сперматозоида. Таким образом, ядро новой клетки, возникшей от слияния мужской и женской гамет, содержит уже полное число хромосом. Затем яйцеклетка начинает делиться.

В некоторых случаях возникновение оболочки оплодотворения задерживается, и благодаря этому в яйцо проникает несколько сперматозоидов. При слиянии их ядер с ядром яйца общее количество хромосом оказывается больше нормального. Впрочем, для некоторых организмов проникновение в яйцо нескольких сперматозоидов является нормальным явлением. Однако и в этом случае лишь один из них сливается с ядром женской клетки. Остальные погибают недалеко от поверхности ядра, и их вещество используется только для питания яйцеклетки.

Лишь в исключительно редких случаях в слиянии может принять участие несколько сперматозоидов.

Такая яйцеклетка обычно развивается неправильно и вскоре гибнет. Однако у насекомых, птиц и некоторых других животных в искусственных условиях удается вырастить до взрослого состояния отдельные экземпляры, полученные от слияния яйцеклетки с несколькими сперматозоидами.

Полиплоидные животные, то есть имеющие по нескольку наборов хромосом, возникают и при нормальном оплодотворении яйца одним сперматозоидом, если нарушить процесс последующего дробления яйцеклетки. Особенно широко полиплоидия развита у растений. Клетки полиплоидных растений более крупные, в результате размер растений сильно увеличивается. Все культурные растения полиплоидны. Значительно более редки случаи полиплоидии у животных. Может быть, это объясняется путаницей при определении пола. Нормального расхождения хромосом при этом не происходит, деление яйцеклетки нарушается, и она гибнет. Только у однополых животных полиплоидия получается легко.

Оплодотворение — специфическая реакция. Это значит, что слияние может произойти между половыми клетками животных, относящихся к одному или очень близким видам. Оплодотворение яйца спермой неродственных животных встречается только как исключительное явление.

Еще одна особенность оплодотворения — оно необратимо. Если сперматозоид, проникший в яйцо, даже почему-либо погибнет, оно может продолжать развитие и дробление, как будто ничего и не произошло. Развитие яйца будет продолжаться, если проникший в него сперматозоид осторожно извлечь оттуда. Повторно в это яйцо ни один сперматозоид уже попасть не сможет. Развивающиеся из таких неполноценно оплодотворенных яиц зародыши гибнут на ранних этапах развития и лишь иногда достигают взрослого состояния. Способность яйца развиваться после гибели или удаления проникшего внутрь сперматозоида — очень важное свойство. Благодаря этой способности с яйцом могут происходить удивительные вещи.

ПРОСЬБА ВЛЮБЛЕННОЙ САЛМАКИДЫ

Греческие легенды рассказывают, что прекрасная нимфа Салмакида безумно влюбилась в необычайно красивого юношу Гермафродита, сына Гермеса и Афродиты, воспитанного наядами. Она обратилась с мольбой к богам сделать их навек неразлучными, и боги, вняв ее просьбе, слили их в одном теле. Естественно, что это фантастическое существо оказалось двуполым.

Не только греческие боги, но и природа любила пошутить. На Земле немало подлинных гермафродитов — настоящих двуполых существ.

Гермафродитизм бывает естественный и патологический, возникающий как врожденное уродство. Что же представляют собой гермафродитные существа?

У истинных гермафродитов должно быть обязательно две половые железы, одна из которых вырабатывает мужские, а другая женские половые клетки. Не следует, однако, думать, что каждое такое животное, оперируя половыми клетками обоих видов, в состоянии своими силами дать жизнь новому существу. Такие животные известны, однако их немного. Для размножения большинства гермафродитных животных нужно, чтобы в этом процессе, как и у раздельнополых организмов, участвовало не меньше двух особей.

Самооплодотворение чаще всего встречается у животных, ведущих паразитический образ жизни. Если бы не это, отгороженный в теле своего хозяина от всего постороннего мира паразит был бы лишен возможности оставить потомство.

При самооплодотворении нередко имитируется процесс спаривания. Один из ресничатых червей, чтобы осуществить встречу гамет, должен ввести собственный совокупительный орган в специальное отверстие на своем теле.

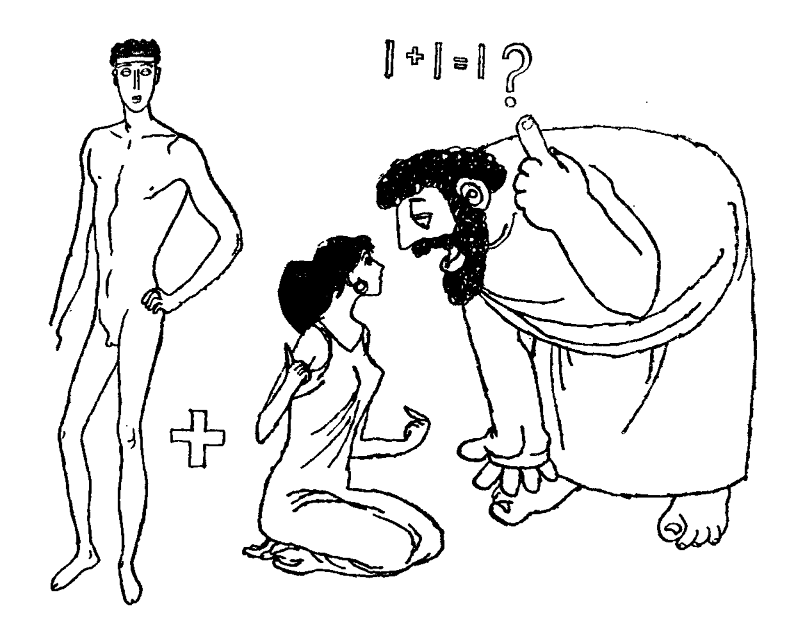
Самоспаривание не всегда обязательно. Нередко устройство половых органов обеспечивает встречу половых продуктов. У плоского червя антоботриума, паразитирующего в кишечнике акулы, протоки муж-

ской и женской половых желез впадают в общую клоаку, где и происходит встреча половых продуктов.

Некоторые гермафродитные организмы способны к самооплодотворению, однако не используют эту возможность, прибегая для воспроизведения потомства к помощи партнера. У многоротого сосальщика, паразитирующего в мочевом пузыре лягушки, спариваиие двух особей обычно. Только если партнера нет, происходит самооплодотворение.

Для многих гермафродитных организмов самооплодотворение невозможно. Причины могут быть самые различные. Чаще всего мужские и женские половые продукты созревают в разное время. Но бывает и так, что женские половые клетки не могут быть оплодотворены сперматозоидами, происходящими от того же организма. Это явление наблюдается у асцидий, механизм его пока не разгадан.

Большинство гермафродитных организмов, неспособных к самооплодотворению, в период размножения



или одновременно выполняют функции самца и самки или в разные периоды жизни выступают то в одной, то в другой роли.

Представителем первой группы является хорошо всем известный дождевой червь. На пятнадцатом членике каждого червя расположено два половых отверстия: одно для выведения спермы, другое для ее приема. Во время спаривания два червя тесно прижимаются друг к другу таким образом, чтобы отверстие для выведения спермы каждого червя совпало с отверстием для ее приема. Благодаря выделению клейкой слизи оба экземпляра могут длительное время находиться в таком положении.

Другой интересный представитель этой группы — червь спайщик паразитирует в жабрах карповых рыб. Молодые паразиты до достижения половой зрелости живут поодиночке. Позже они срастаются по двое крест-накрест и в таком положении проводят остальную часть жизни. Спайщики — гермафродиты и взаимно оплодотворяют друг друга. Другие паразиты — сингамусы, обитающие в горле птиц, всю жизнь находятся в состоянии спаривания, соединенные попарно в виде латинской буквы V.

Группа гермафродитов, меняющих свой пол в зависимости от того, какие половые продукты у них созрели, тоже многочисленна. Так ведет себя круглый легочный глист лягушки. Равноногие раки и некоторые моллюски в начале своей жизни выступают в роли самцов, а во вторую половину — в роли самок.

Иногда смена полов наблюдается у высокоразвитых раздельнополых организмов. В аквариумах любителей можно увидеть довольно обычных живородящих рыбок — меченосцев. Нередко молодая самка меченосца, после того как принесет потомство, превращается в полноценного самца. Аналогичные явления известны у лягушек.

В этой главе уместно рассказать и о таком отнюдь не единственном явлении, внешне напоминающем гермафродитизм, как паразитирование представителей одного пола на теле другого.

В половых путях самок червей бонеллия зеленая,

трихозома и других живет по нескольку самцов. Они мало напоминают самку и по внешним признакам могли бы быть отнесены к животным другого вида. Подобная путаница действительно имела место. Естественно, что обитание самцов непосредственно в половых путях самок значительно увеличивает шансы на успешное оплодотворение.

Известны случаи, когда самки живут на теле самцов. У кровяного двурота, паразитирующего в крови человека, небольшой самец имеет на теле глубокую складку, в которой, как в трубке, заключена самка. Из трубки торчат только передняя и задняя часть паразита. О замечательных рыбах — глубоководных удильщиках, самцы которых паразитируют на теле своих подруг, уже рассказывалось.

Гермафродитизм для низших животных — явление обычное. У высших встречается лишь как редкое уродство. Подобные аномалии развития иногда обнаруживаются и у человека. Чаще всего дело ограничивается тем, что у больного возникают некоторые внешние признаки другого пола. У мужчин не растут борода и усы, сильно развиваются грудные железы, наблюдается отложение жира на бедрах и в других местах, что придает членам известную округлость. У женщин, наоборот, развивается волосяной покров на лице, ногах или других участках тела, грудные железы могут быть очень маленькими, а тембр голоса — мужским.

Реже наружные половые органы приобретают черты, придающие им сходство с половыми органами противоположного пола. Иногда они оказываются настолько плохо развиты, что определение пола становится невозможным.

Подобные явления получили название ложного гермафродитизма, так как дело ограничивается лишь изменением внешних признаков. Половые железы у таких субъектов относятся к какому-нибудь одному полу, хотя могут быть недоразвиты.

Истинный гермафродитизм, когда у одного человека есть и яичники и семенники, наблюдается крайне редко. Известно лишь несколько достоверных слу-

чаев, причем в большинстве из них полноценной функциональной деятельностью обладали железы только одного какого-нибудь пола.

Так как у гермафродитов при рождении (и не только при рождении!) трудно правильно определить пол, а решить этот вопрос и зарегистрировать в соответствующих документах врач-акушер должен немедленно, возможны ошибки. В дальнейшем ошибочная направленность воспитания может привести к тому, что психический склад и сексуальные склонности пациента не будут соответствовать состоянию имеющихся у него половых желез. У истинных гермафродитов психический склад и сексуальная направленность в течение жизни могут меняться.

Теперь благодаря высокому развитию оперативной техники этот дефект развития может быть устранен без особого риска для пациента. Решая вопрос, какие половые железы подлежат удалению, врач руководствуется не их функциональной способностью, а психическим складом больного и в соответствии с этим производит операцию. Только в том случае, если психический склад четко не определяется, хирург делает операцию, руководствуясь состоянием половых желез.

КОЕ-ЧТО О НЕПОРОЧНОМ ЗАЧАТИИ

Мы привыкли думать, что у живых существ, имеющих половые клетки, возникновение зародышей всегда сопровождается слиянием яйца и сперматозоида. Но это не обязательно. У некоторых животных яйца способны развиваться сами по себе, без какого-либо участия мужских половых клеток. Это явление открыто Левенгуком в начале XVIII века и получило название девственного размножения, или партеногенеза.

При любом способе размножения всегда какое-то число яйцеклеток остается неоплодотворенным. Все они очень скоро гибнут. Впрочем, из этого правила есть многочисленные исключения. У иглокожих, некоторых червей и членистоногих оставшиеся неопло-



дотворенными яйца могут начать делиться, как и оплодотворенные, но развитие не идет до конца. На определенной стадии оно приостанавливается, и зародыш гибнет. У этих организмов новые полноценные существа из неоплодотворенного яйца возникают чрезвычайно редко.

Известны, однако, животные (некоторые виды кузнечиков и другие насекомые), у которых неоплодотворенные яйца развиваются нормально, а личинки, вышедшие из них, вырастают до взрослых особей, так что обычный способ размножения необязателен.

У только что названных животных партеногенез явление случайное, не имеющее серьезного значения для вида. В отличие от них есть организмы, которые не могли бы существовать без этого и размножаются только партеногенетически или чередуют партеногенетическое размножение с нормальным. Последний способ размножения получил название сезонного

партеногенеза. Он присущ тлям и многим другим насекомым.

У виноградного вредителя филлоксеры из отложенных с осени яичек весной развиваются только самки, носящие название основательниц. Из 50 яиц, отложенных каждой из них, партеногенетически развиваются такие же самки, которые, в свою очередь, откладывают неоплодотворенные яйца. В течение лета рождается несколько поколений; самцы по-прежнему отсутствуют. Только с наступлением осени из неоплодотворенных яиц выведется два вида крылатых самок, не очень похожих друг на друга. Одни из них отложат более крупные яйца, из которых вылупятся самки. Из более мелких яиц, откладываемых другими, выведутся самцы. И эти яйца, конечно, развиваются партеногенетически. Только с появлением самцов наступает половое размножение.

Какого пола бывают животные, выросшие из партеногенетически развившихся яиц? На примере филлоксеры мы видели, что и самцы и самки. Еще более многочисленны случаи, когда партеногенетическое развитие дает одних самцов. Состарившаяся пчелиная матка, израсходовав весь запас полученной ею при спаривании спермы, откладывает яйца, из которых развиваются только трутни. Не трудно понять целесообразность этого явления для сохранения вида. Появление трутней именно в этот период должно обеспечить оплодотворение молодой пчелиной матки.

Многие животные могут совсем обходиться без полового размножения. Было проведено специальное наблюдение за одним видом мелких рачков, продолжавшееся 28 лет. За это время получили 124 поколения, причем ни разу ни одного самца не нашли; все 124 поколения рачков были получены партеногенетически. Такой же постоянный партеногенез наблюдается у некоторых видов муравьев, пилильщиков, орехотворок и других насекомых. Все поколения этих животных состоят только из самок. Самцы у них отсутствуют, а если иногда и появляются, то бывают дефектными и в размножении никакого участия не принимают.

Не следует думать, что партеногенез присущ лишь очень низко организованным животным. У нас в Армении живут шесть подвидов скальных ящериц, для трех из них до сих пор не удалось обнаружить самцов. Самки этих подвидов откладывают неоплодотворенные яйца, которые способны развиваться партеногенетически.

Особенно интересной формой партеногенеза является педогенез. О «трогательно-нежных» личинках галловых мух, съедающих свою мать, уже говорилось. Другой любопытный пример педогенеза относится к сосальщикам, паразитирующим на рыбах. У них в теле матери из единственного находящегося там яйца развивается зародыш, а в нем, в свою очередь, партеногенетически развивается другой, в теле которого возникает зародыш третьего поколения и так далее. Одновременно развивается пять поколений, вложенных друг в друга, как куклы-матрешки. Лишь представители шестого поколения достигают половой зрелости.

Возникает вопрос: только ли женская половая клетка способна к партеногенетическому развитию? Оказывается, что и сперматозоидам также в какой-то мере присуще это свойство. Партеногенетическому развитию сперматозоида препятствует отсутствие в нем необходимого запаса питательных веществ. Поэтому гораздо лучшие результаты получаются при оплодотворении нормальными сперматозоидами безъядерных обрывков яйца. Здесь сперматозоид находит большой запас питательных веществ, что и обеспечивает его развитие. У морских ежей были получены мелкие зародыши при оплодотворении безъядерных обрывков, равных по величине $^1/_{37}$ части целого яйца.

Поскольку партеногенез такое обычное явление, пробовали вызвать его искусственно. Для этого пользовались теплом и холодом, ультрафиолетовым и радиоактивным излучением, воздействовали кислотами и щелочами, гипо- и гипертоническими растворами, растворителями жиров, алкалоидами и другими веществами, прибегали к высушиванию, трению, уколам и т. п. Применяя перечисленные способы воздей-

ствия, удавалось вызвать развитие яйца. Правда, оно не всегда шло до конца, но это объясняется отчасти большой сложностью создания в лаборатории условий, необходимых для нормального развития яиц и зародышей.

Иногда искусственно стимулированные яйца развиваются неправильно. Это обусловлено разными причинами. Одна из них — нарушение симметрии будущего зародыша. Для большинства организмов место вхождения сперматозоида в яйцо определяет направление плоскости двусторонней симметрии зародыша. Ни одно из применявшихся до сих пор воздействий не смогло заменить в этом отношении сперматозоид и произвести раздражение узко ограниченного участка яйца. Даже укол иглой не имитирует полностью воздействия сперматозоида, может быть, только потому, что занимает гораздо меньше времени, чем прохождение сперматозоида сквозь оболочку яйца. Все же у многих животных, в том числе у миног, рыб, лягушек и даже млекопитающих, получены взрослые вполне нормальные организмы.

Большое количество разнообразных способов воздействия, которые вызывают активизацию яиц, позволяют объяснить случаи спонтанного партеногенеза. Различные вредные воздействия, воспалительные и особенно дегенеративные процессы являются их причиной. Безусловно, количество известных науке случаев спонтанного партеногенетического развития у млекопитающих незначительно по сравнению с тем, что происходит на самом деле, так как развивающиеся яйца гибнут на ранних стадиях дробления.

Женские половые клетки человека также способны к партеногенетическому развитию. Правда, чтобы такое развитие закончилось рождением ребенка, необходимо удачное, но практически невероятное стечение счастливых обстоятельств. Партеногенетическое развитие женских половых клеток человека можно вызвать искусственно. В лабораторных условиях наблюдали начальные стадии дробления неоплодотворенного человеческого яйца, помещенного в кровяную сыворотку. Гибель таких яиц наступала как

вследствие их неправильного развития, так и потому, что ученые не могли создать яйцу достаточно благоприятные условия, необходимые для нормального развития. Успехи, достигнутые в этой области итальянским ученым Петруччи, дают основание надеяться, что партеногенетическое развитие человеческого зародыша будет прослежено до гораздо более поздних стадий.

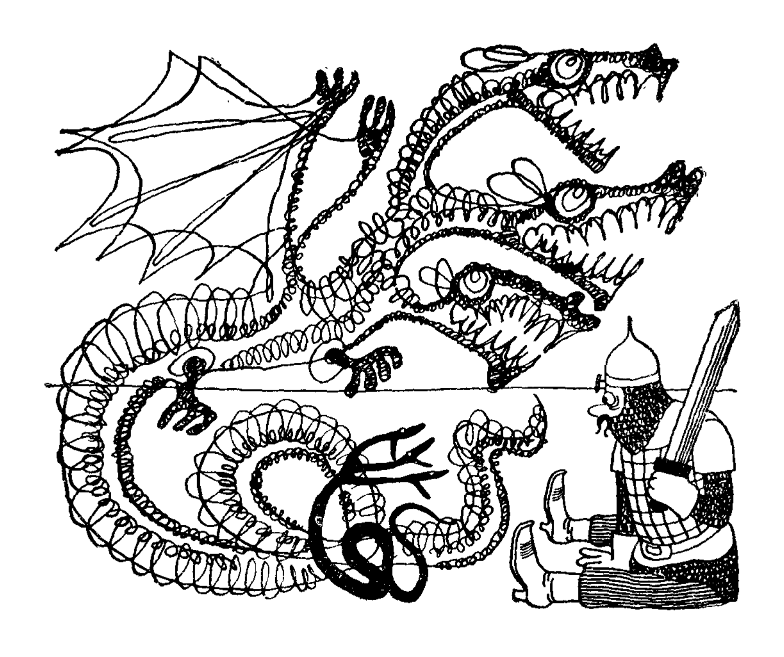
СКОЛЬКО ЦЫПЛЯТ МОЖЕТ ВЫЛУПИТЬСЯ ИЗ ЯЙЦА

Когда хозяйка подкладывает под курицу полтора десятка яиц, она не надеется получить 30 цыплят. Расчет один к одному кажется совершенно очевидным. Действительно, у подавляющего большинства животных из каждой оплодотворенной яйцеклетки развивается только по одному-единственному зародышу.

Однако иногда вследствие неправильного развития яйца, причины которого в настоящее время еще недостаточно ясны, две клетки, образовавшиеся в результате первого дробления, в дальнейшем приобретают самостоятельность и дают начало двум зародышам. Возникают однояйцовые близнецы. Разделение может происходить и на более поздних стадиях, когда зародыш состоит из нескольких десятков или даже сотен клеток.

Однояйцовые близнецы известны у самых различных животных, а также у человека. Пожалуй, наиболее редки они у птиц. Науке известны лишь единичные случаи. В их числе вылупление из одного куриного яйца двух крохотных цыплят весом всего лишь 11 и 16 граммов. Тщательные исследования показали, что разделение яйца на две половины происходит и у птиц, но такие зародыши обычно гибнут.

Кроме организмов, у которых рождение однояйцовых близнецов происходит случайно, немало таких, для которых оно обязательно, нормально, причем в их числе есть и высокоразвитые существа. Среди последних американские млекопитающие броненос-



цы-армадилы. У техасской разновидности этих интересных животных из одного оплодотворенного яйца (а перед каждой беременностью у броненосца созревает только одно яйцо) всегда развивается четыре зародыша. У его южного собрата количество детенышей колеблется, но обычно не превышает девяти. Все детеныши в помете обязательно одного пола.

Особенно часто развитие из одного яйца нескольких зародышей наблюдается у паразитических организмов. Им это приспособление крайне необходимо для сохранения вида, особенно у паразитов, которым нелегко проникнуть в тело своего будущего хозяина. Один из них откладывает свои яички на яйцах гессенской мухи. Яйцо паразита делится на 16 клеток. Из каждой, после ее следующего деления, может возникнуть один или два зародыша. Таким образом, в общей сложности одно яйцо могло бы дать 32 новых организма, однако в нормальных условиях рождается не более восьми.

Каждое яйцо некоторых видов наездников может дать 1000—1500 индивидов! Конечно, для такого колоссального количества зародышей в яйце нет достаточного количества питательных материалов. Развитие зародышей оказывается возможным только благодаря тому, что оно с самого начала протекает за счет жертвы. Запас питательных веществ таким яйцам не нужен, и его в яйцах этого вида наездников не бывает.

Однояйцовые близнецы могут получиться и когда яйцо разделится не полностью. Но тогда рождаются детеныши, сросшиеся теми или иными частями тела. Если яйцо разделилось лишь в незначительной части, рождаются уроды. Известны четырехлапые цыплята, сросшиеся или двухголовые телята, двухвостые ослы и рыбы, двухголовый жаворонок. Однажды был пойман двухголовый дельфин. Особенно часты уроды у рептилий. Неоднократно находили двух- и даже трехголовых змей. Кстати, видимо, такие находки сыграли определенную роль в возникновении сказок о многоголовых драконах, а в гербе Византийской империи появился двуглавый орел, заимствованный позже русским царем Иоанном III.

Можно ли искусственным путем из одного яйца вырастить несколько организмов?

Если осторожно отделить друг от друга половинки только что разделившегося яйца, то из каждой клеточки может развиться полноценный организм. Даже после второго деления из всех четырех клеток можно получить самостоятельных, вполне нормальных животных. После третьего и четвертого дробления все 8 или 16 клеток способны начать нормальное развитие, но зародыши обычно гибнут на ранних стадиях эмбриогенеза. Искусственное поклеточное разделение яйца на более поздних стадиях пока не увенчалось успехом.

Итак, из одного яйца совсем не обязательно должен вылупливаться лишь один цыпленок.

СОДЕРЖАНИЕ

Жар-птица

Живое электричество

Служба информации

Индивидуальный холодильник

Аисты и капуста

Сергеев Борис Федорович

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ. М., «Молодая гвардия», 1969.
336 с., с илл. («Эврика») 57.04

Редактор Л. Антонюк
Художественный редактор Г. Позин
Технический редактор Е. Брауде

Сдано в набор 31/III 1969 г. Подписано к печати 23/VII 1969 г. А04859. Формат $84 \times 108^1/_{32}$. Бумага № 1. Печ. л. 10,5 (усл. 17,64). Уч.-изд. л. 16,3. Тираж 65 000 экз. Цена 73 коп. Т. П. 1969 г., № 138. Заказ 579.

Типография издательства ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». Москва, А-30, Сущевская, 21.